



3a

VMBO - GT
biologie voor jou
HANDBOEK

bvi

3a VMBO-GT

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW
VMBO-GT

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
LIZZY BOS-VAN DER AVOORT
ROB MELCHERS
MARINKE VAN DER VELDE

EINDREDACTIE

LINIE STAM
JORN VAN DOOREN

AUTEURS ZESDE EDITIE

GERARD SMITS, BEN WAAS, ARTEUNIS BOS EN ONNO KALVERDA

ZEVENDE EDITIE

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Voor je ligt handboek deel 3a van *Biologie voor jou* (Bvj). Naast het handboek kun je ook gebruikmaken van het werkboek, het antwoordenboek en de digitale leeromgeving. Samen vormen ze een complete lesmethode. Met *Biologie voor jou* kun je zelfstandig en op je eigen niveau werken. Je docent kan je vertellen hoe je dit het beste aanpakt.

WERKEN MET DE BOEKEN VAN BVJ

De hoofdstukken in *Biologie voor jou* heten thema's. Elk thema gaat over een biologisch onderwerp, en bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstoffen (leerstof en opdrachten)
- Practica
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstoffen
- Examentrainer

BASISSTOFFEN

De basisstoffen bestaan uit **leerstof** en bijbehorende opdrachten. In het handboek staan de teksten die je gaat lezen. Hier staan veel afbeeldingen bij, zodat je de stof beter kunt begrijpen.

Tussen de leerstof en opdrachten zie je ook **contexten** staan. Deze herken je aan de stippellijn en grijsgroene achtergrondkleur. Met contexten ontdek je welke rol biologie speelt in beroepen, wetenschap en maatschappij. Ook helpen contexten je om biologische kennis toe te passen in een nieuwe situatie. Contexten bevatten nooit nieuwe leerstof voor het examen. Je hoeft ze dus niet te leren.

Bij elke basisstof wordt verwezen naar **opdrachten**, waarmee je de stof leert kennen en toepassen. Deze opdrachten staan in het werkboek. De opdrachten in het werkboek zijn ingedeeld in drie soorten. Zo kun je gemakkelijk zien op welk niveau je de biologie beheerst. Je docent kan kiezen welke opdrachten het beste bij je passen:

- **Kennisopdrachten** helpen je om de stof te leren.
- **'Toepassing en inzicht'**-opdrachten zijn wat moeilijker. Hiermee oefen je om kennis toe te passen.
- **Plusopdrachten** zijn extra uitdagend. Hiermee kun je kijken of je deze biologie beheerst op havo-niveau.

Met het antwoordenboek kun je de opdrachten nakijken.

PRACTICA

We hebben alle practica (per thema) bij elkaar gezet in het werkboek. Zo kun je gemakkelijk zien welke practica bij een thema horen.

SAMENVATTING

In de samenvatting staan de leerdoelen, met een omschrijving van wat je moet ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk of examen. Hiermee kun je het thema gemakkelijker leren.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je oefenen of je de leerstof voldoende ‘kent en kunt’. Hiermee rond je het thema af. Je kunt de diagnostische toets nakijken met het antwoordenboek.

VERRIJKINGSSTOF

De verrijkingsstoffen bevatten geen nieuwe examenstof, maar extra stof. Met de verrijkingsstoffen kun je bijvoorbeeld oefenen op havo-niveau (de ‘plusstof’) of oefenen met vaardigheden. Je hoort van je docent welke verrijkingsstof je gaat doen.

EXAMENTRAINER

Met de examentrainer kun je oefenen voor het examen met echte eindexamen-opgaven. Je kunt oefenen met opdrachten die gaan over meerdere thema’s.

WERKEN MET DE DIGITALE LEEROMGEVING VAN BVJ

Met de nieuwe digitale leeromgeving van Bvj kun je nog beter leren en oefenen. De digitale leeromgeving wordt voortdurend verbeterd. Er kunnen dus nieuwe onderdelen bij komen tijdens het schooljaar. In de digitale leeromgeving vind je alle onderdelen uit het boek terug. Ook vind je er een aantal nieuwe onderdelen en mogelijkheden.

DIGITALE OPDRACHTEN

De opdrachten uit het werkboek kun je ook doen in de digitale leeromgeving. Het voordeel is dat je bij veel vragen meteen feedback krijgt, zodat je kunt zien waarom je een vraag fout hebt beantwoord. Zo leer je hoe je het de volgende keer beter kunt doen. Ook worden de ‘gesloten’ vragen automatisch nagekeken. Dat scheelt je weer tijd. Tot slot kan je docent zien hoe je de vragen hebt gemaakt. Hierdoor kan je docent je sneller en beter helpen.

TEST JEZELF EN OEFENTOETS

Je kunt elke basisstof afsluiten met Test jezelf. Hierbij krijg je vragen om te testen of je de basisstof voldoende beheerst. Maak je een vraag fout, dan krijg je een herkansing. Haal je de score van 100%, dan weet je dat je de basisstof beheerst. Met de Oefentoets kun je ook met een heel thema oefenen. Je kunt de Oefentoets zo vaak doen als je wilt.

FLITSKAARTEN

Met de flitskaarten kun je biologische begrippen leren op een leuke en interactieve manier. Hiermee kun je gemakkelijker een thema leren voor je proefwerk of examen.

We hopen dat je met veel plezier zult werken met *Biologie voor jou!*

De auteurs

Inhoud

Thema 1

Organen en cellen

BASISSTOF 8

1 Organismen	8
2 De bouw van een organisme	10
3 Werken met de microscoop	14
4 Cellen	18
5 Chromosomen	21
6 Gewone celdeling (mitose)	24
7 Biologisch onderzoek	26

SAMENVATTING 29

DIAGNOSTISCHE TOETS 32

VERRIJKINGSSTOF 38

1 Vechtsport en organen	38
2 Het menselijk lichaam in getallen	39
3 Virussen	40

EXAMENTRAINER 42

Thema 2

Voortplanting en ontwikkeling

BASISSTOF 46

1 Voortplantingsstelsel van de man	46
2 Voortplantingsstelsel van de vrouw	49
3 Reductiedeling	52
4 Geslachtskenmerken, hormonen en menstruatiecyclus	54
5 Bevruchting en embryonale ontwikkeling	58
6 Geboorte en verdere ontwikkeling	64
7 Seksueel overdraagbare aandoeningen	68
8 Geboorteregeling	71
9 Seksualiteit	77

SAMENVATTING 79

DIAGNOSTISCHE TOETS 85

VERRIJKINGSSTOF 96

1 Kraamverzorgende	96
2 Het aidsbekerspel	97
3 Voortplanting bij dieren	98

EXAMENTRAINER 100

Thema 3

Erfelijkheid

BASISSTOF 104

1	Genotype en fenotype	104
2	Geslachtschromosomen	107
3	Genenparen	109
4	Kruisingen	112
5	Stambomen	115
6	Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting	117
7	Mutaties	120
8	Erfelijkheidsonderzoek	123
9	Biotechnologie	126

SAMENVATTING 129

DIAGNOSTISCHE TOETS 133

VERRIJKINGSSTOF 143

1	Klonen	143
2	Erfelijkheid in je familie	146
3	Kleur bij katten	147

EXAMENTRAINER 148

Thema 4

Ordening en evolutie

BASISSTOF 152

1	Organismen ordenen	152
2	De evolutietheorie	158
3	Argumenten voor evolutie	162
4	Ontwikkeling van het leven op aarde	166
5	Bacteriën en schimmels	172
6	Planten	176
7	Dieren	179
8	Organismen determineren	187

SAMENVATTING 190

DIAGNOSTISCHE TOETS 195

VERRIJKINGSSTOF 207

1	Het vogelbekdier	207
2	Werken met contexten	208
3	Practicum: De mossel	209

EXAMENTRAINER 210

REGISTER 212

COLOFON 215

1

Organen en cellen



BASISSTOF

- 1 Organismen
- 2 De bouw van een organisme
- 3 Werken met de microscoop
- 4 Cellen
- 5 Chromosomen
- 6 Gewone celdeling (mitose)
- 7 Biologisch onderzoek

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Vechtsport en organen
- 2 Het menselijk lichaam in getallen
- 3 Virussen

EXAMENTRAINER

29

32

38

39

40

42



Cellen vormen de bouwstenen van al het leven op aarde. Elk organisme bestaat uit cellen. Cellen kunnen er heel verschillend uitzien. Dat hangt af van welk organisme ze deel uitmaken. Cellen van planten zien er bijvoorbeeld anders uit dan cellen van dieren of mensen. Maar het hangt ook af van de functie die de cellen hebben in het organisme. In dit thema ga je verschillende cellen met een microscoop bekijken. Hiervan maak je tekeningen.

In je lichaam worden voortdurend nieuwe cellen gevormd. Nieuwe cellen ontstaan door celdeling. Ook hierover leer je meer in dit thema.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Organismen

De biologie bestudeert al het leven op aarde: van bacteriën tot bomen en walvissen. Al deze levende wezens noemen we **organismen**. Organismen kunnen enorm van grootte en uiterlijk verschillen. Toch hebben ze één ding gemeen. Alle organismen zijn opgebouwd uit een of meer cellen. Cellen zijn de bouwstenen van het leven. Ze zijn zo klein dat je ze alleen kunt bekijken met een microscoop.

LEVENSKENMERKEN

Alle organismen vertonen de **levenskenmerken** stofwisseling, groei, voortplanting en reageren op prikkels. Sommige van deze levenskenmerken kun je onderverdelen in andere levenskenmerken.

Tot het levenskenmerk **stofwisseling** behoren: **ademhalen**, **voeden** en afvalstoffen **uitscheiden**. Bij stofwisseling worden in je lichaam stoffen omgezet in andere stoffen. Als je bijvoorbeeld brood eet, zet je lichaam het brood om in andere stoffen. Door deze stoffen blijf je bijvoorbeeld warm en heb je energie om je spieren te bewegen.

Een ander levenskenmerk is **groeien**. Tijdens de groei kan een organisme zich **ontwikkelen**. Met ontwikkeling bedoelen we dat er veranderingen optreden in de bouw van een organisme. Zo krijgen jongens tijdens de puberteit bijvoorbeeld de baard in de keel en meisjes bredere heupen.

Organismen kunnen prikkels zoals licht en geur waarnemen. Ook kunnen ze **reageren op prikkels**, bijvoorbeeld door te **bewegen**.

Tijdens het leven kunnen organismen zich **voortplanten**, zodat nakomelingen ontstaan.

In afbeelding 1 zie je een klas met leerlingen aan het begin van de les. Al deze leerlingen denken of zeggen iets wat te maken heeft met een levenskenmerk.

▼ Afb. 1

Een levendige klas

Klas 3 wacht tot de les begint. Iedereen is druk bezig. Koen heeft al honger en pakt snel een boterham. Marit gaat nog snel even naar de wc om te plassen. Amir houdt niet van stilzitten en verheugt zich op de volgende les: gymnastiek. Luna is met iets heel anders bezig. Ze slikt sinds een paar weken de pil, maar is gisteren een pil vergeten en maakt zich zorgen. Sam kijkt ook wat zorgelijk. Hij houdt van lekker eten, maar is in de vakantie eigenlijk iets te veel aangekomen. Koen heeft zich vanochtend voor het eerst geschoren en voelt wat onwennig aan zijn kin. En dan komt hun docent binnen.



LEVENSLLOOP EN LEVENSCYCLUS

Elk apart organisme noem je een **individu**. Elk individu heeft een levensloop. De **levensloop** begint met de geboorte en eindigt met de dood. Hoewel elk individu doodgaat, heeft elke soort een **levenscyclus** (zie afbeelding 2). In de levenscyclus gaan individuen telkens dood. Doordat individuen steeds nakomelingen krijgen, blijft de soort bestaan.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 6

► Afb. 2 De levenscyclus van de soort bruine kikker.



2 De bouw van een organisme

Als je gaat sporten, gebruik je niet alleen je spieren, maar ook je ogen, hart en longen. In je lichaam werken allerlei organen samen.

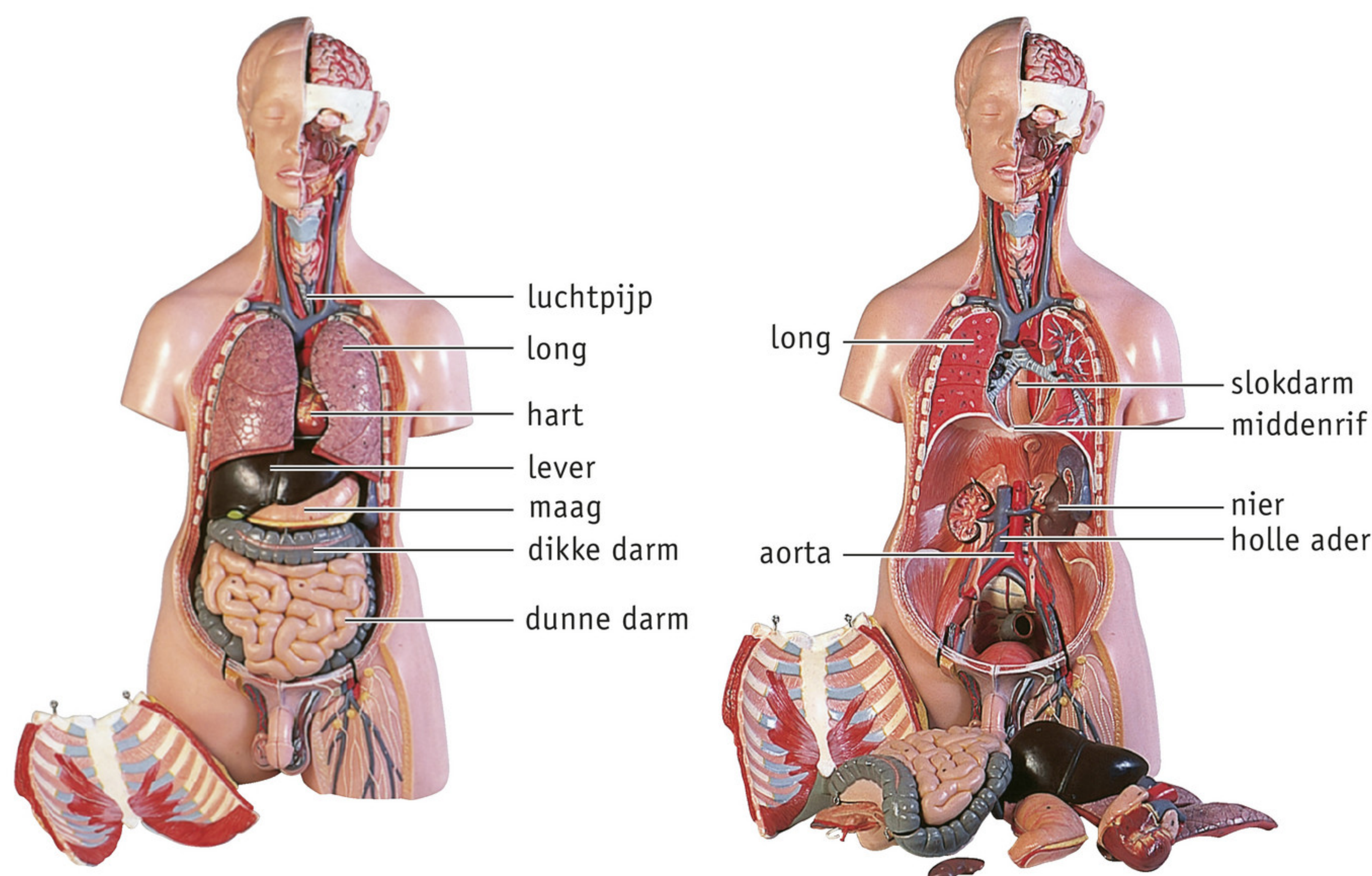
Een **orgaan** is een deel van een organisme met een of meer functies. Zowel planten als dieren hebben organen. Plantenorganen zijn bijvoorbeeld wortels, stengels en bladeren.

FUNCTIES VAN ORGANEN

In afbeelding 3 zie je foto's van een torso met verschillende organen. Het **middenrif** scheidt de romp in de **borstholte** en de **buikholte**. In de borstholte liggen onder andere de slokdarm, de longen en het hart. In de buikholte liggen de organen van de buik.

Elk orgaan heeft een of meer functies. De functies van de longen zijn bijvoorbeeld zuurstof opnemen en koolstofdioxide afgeven.

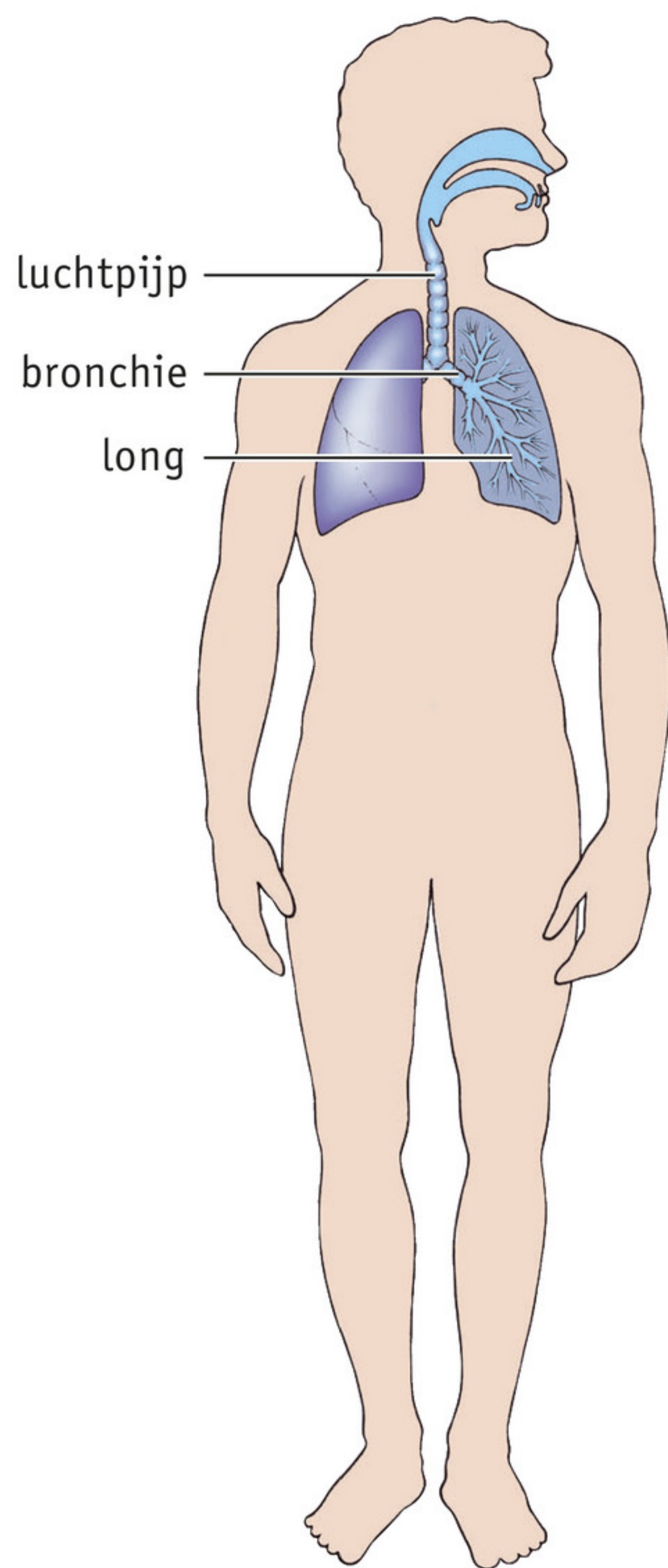
► Afb. 3 Een torso.



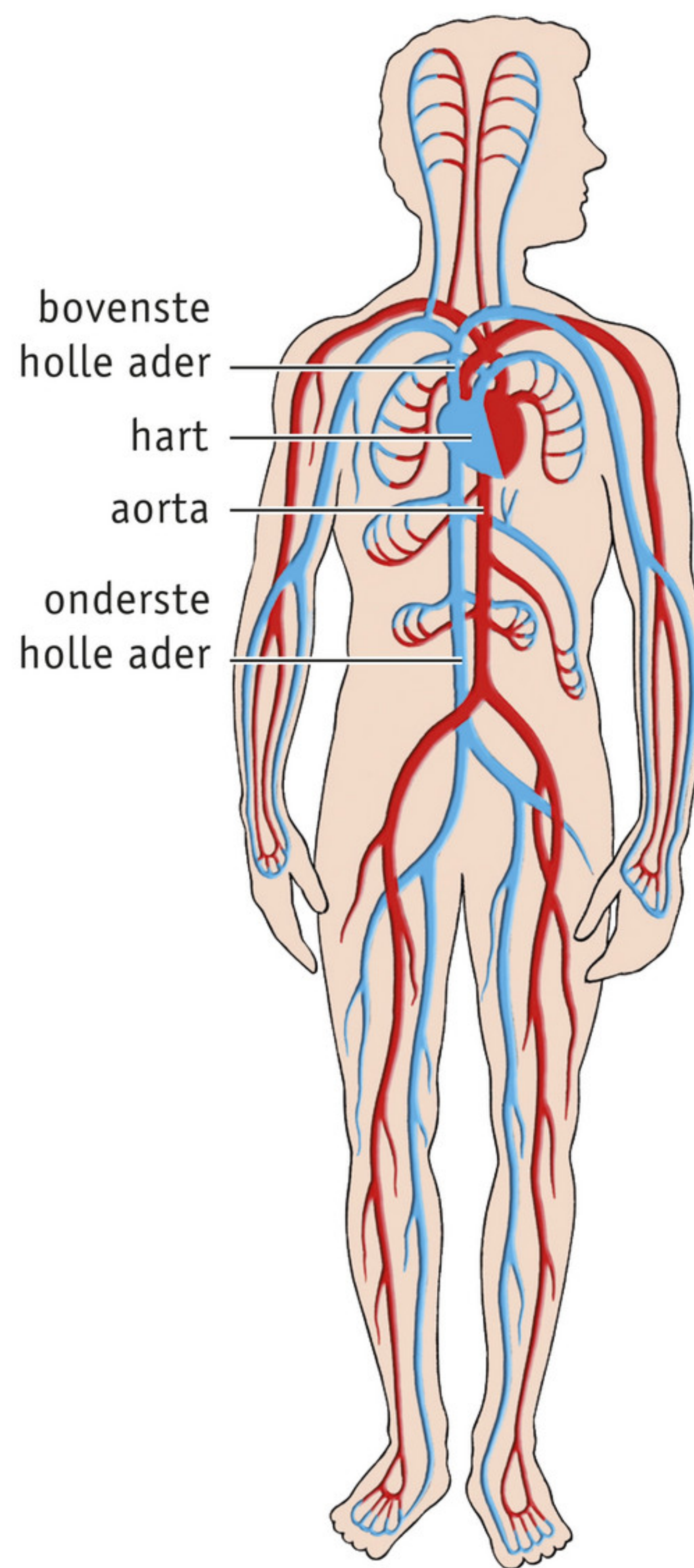
1 de ribben en het borstbeen zijn uit de torso gehaald

2 meerdere organen zijn uit de torso gehaald

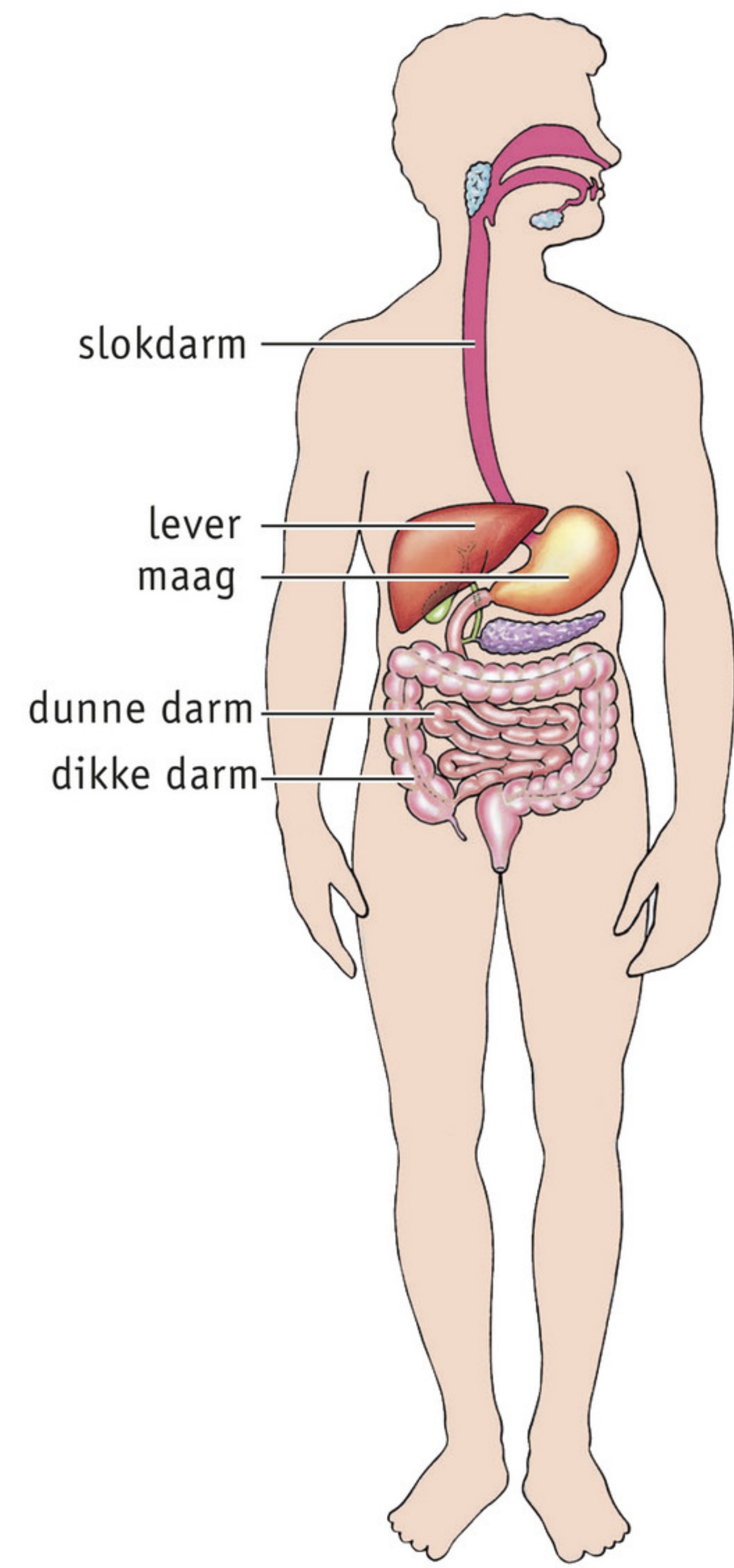
Vaak hebben enkele organen samen een bepaalde functie. Zo'n groep samenwerkende organen heet een **orgaanstelsel**. Voorbeelden van orgaanstelsels zijn het hormoonstelsel, het voortplantingsstelsel en het zintuigstelsel. In afbeelding 4 zie je nog meer orgaanstelsels. Alle orgaanstelsels van je lichaam werken samen. Ze zorgen ervoor dat je gezond blijft.

▼ **Afb. 4** Enkele orgaanstelsels van de mens.

1 ademhalingsstelsel



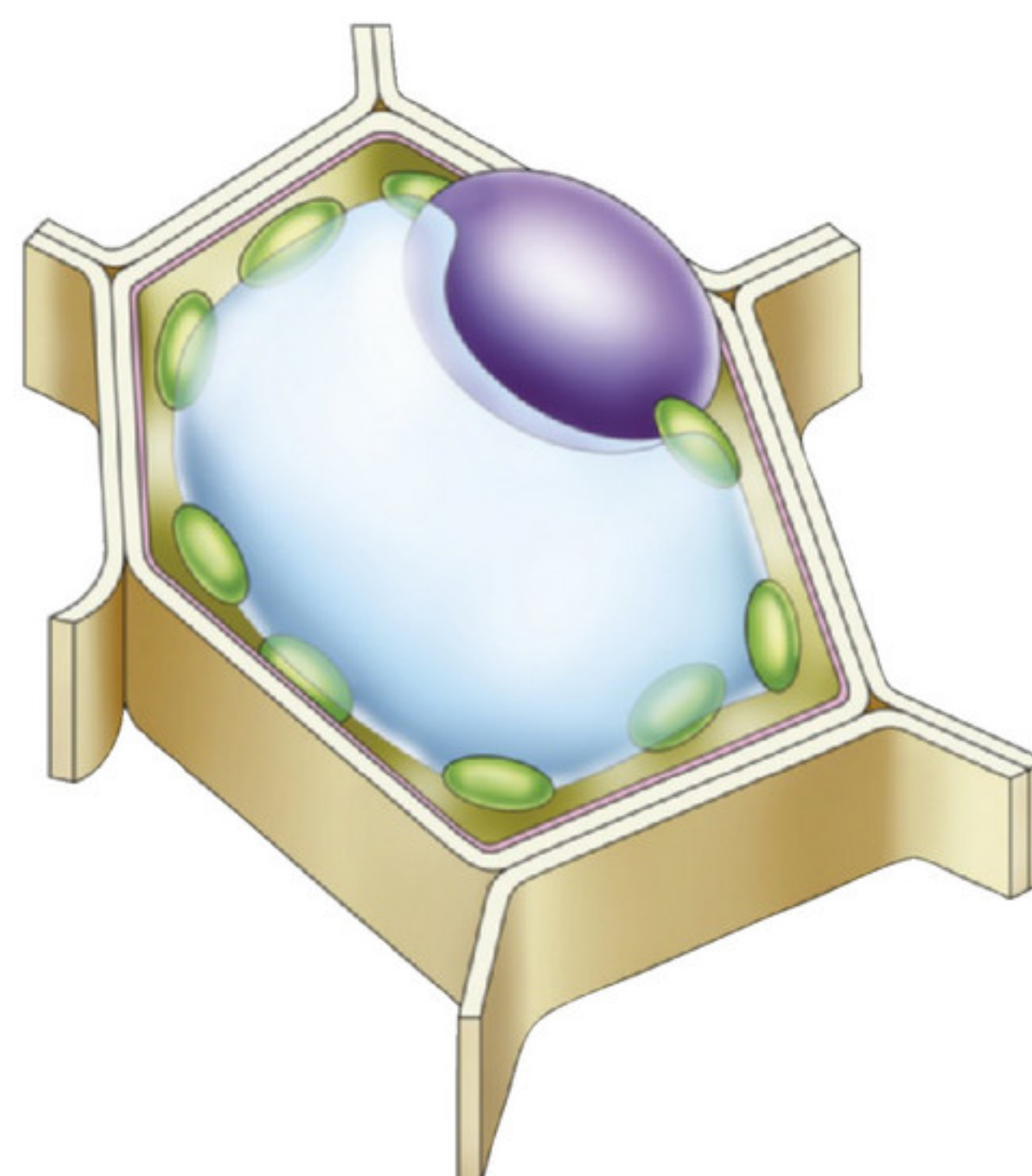
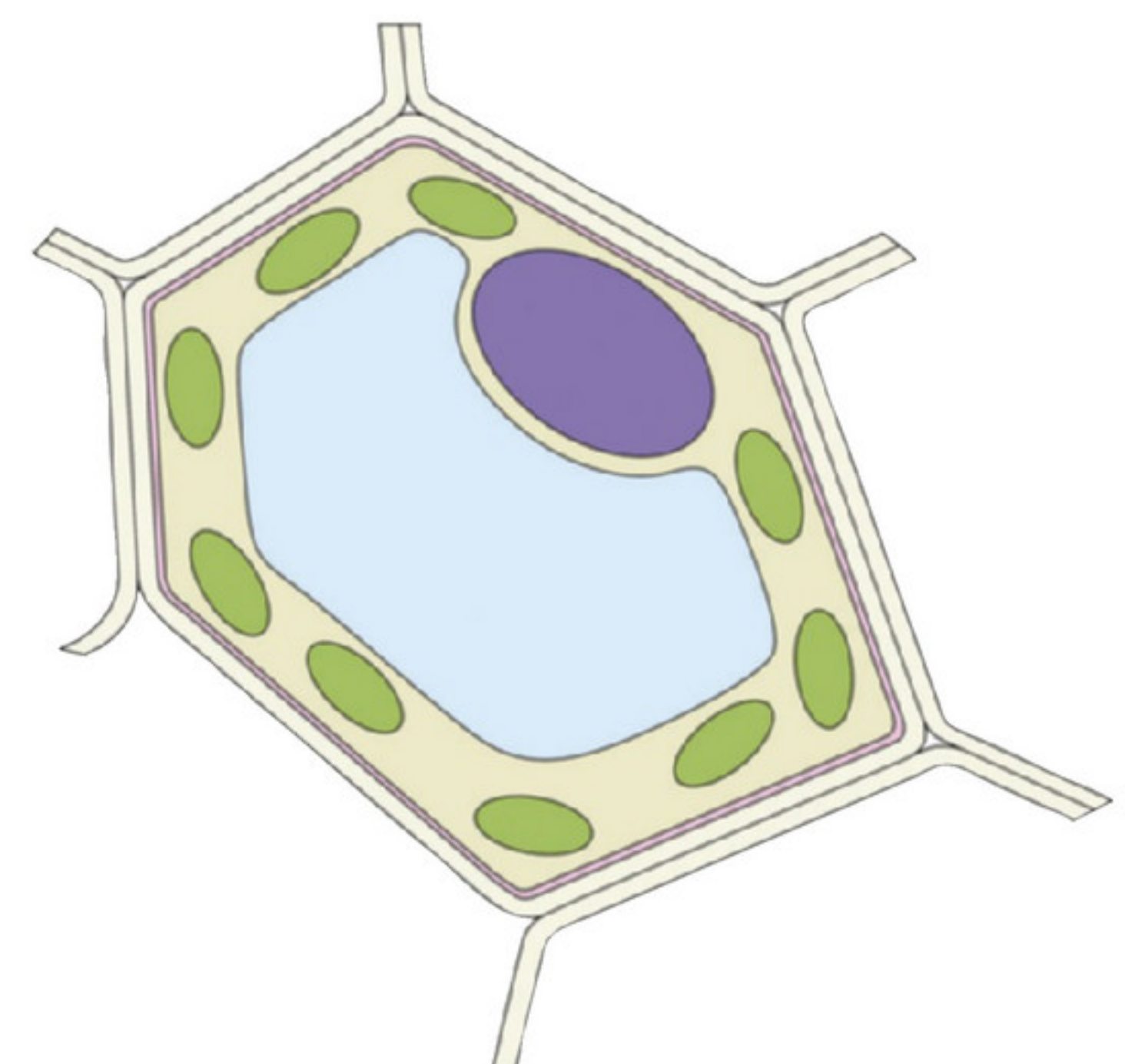
2 bloedvatenstelsel



3 verteringsstelsel

CELLEN EN WEEFSELS

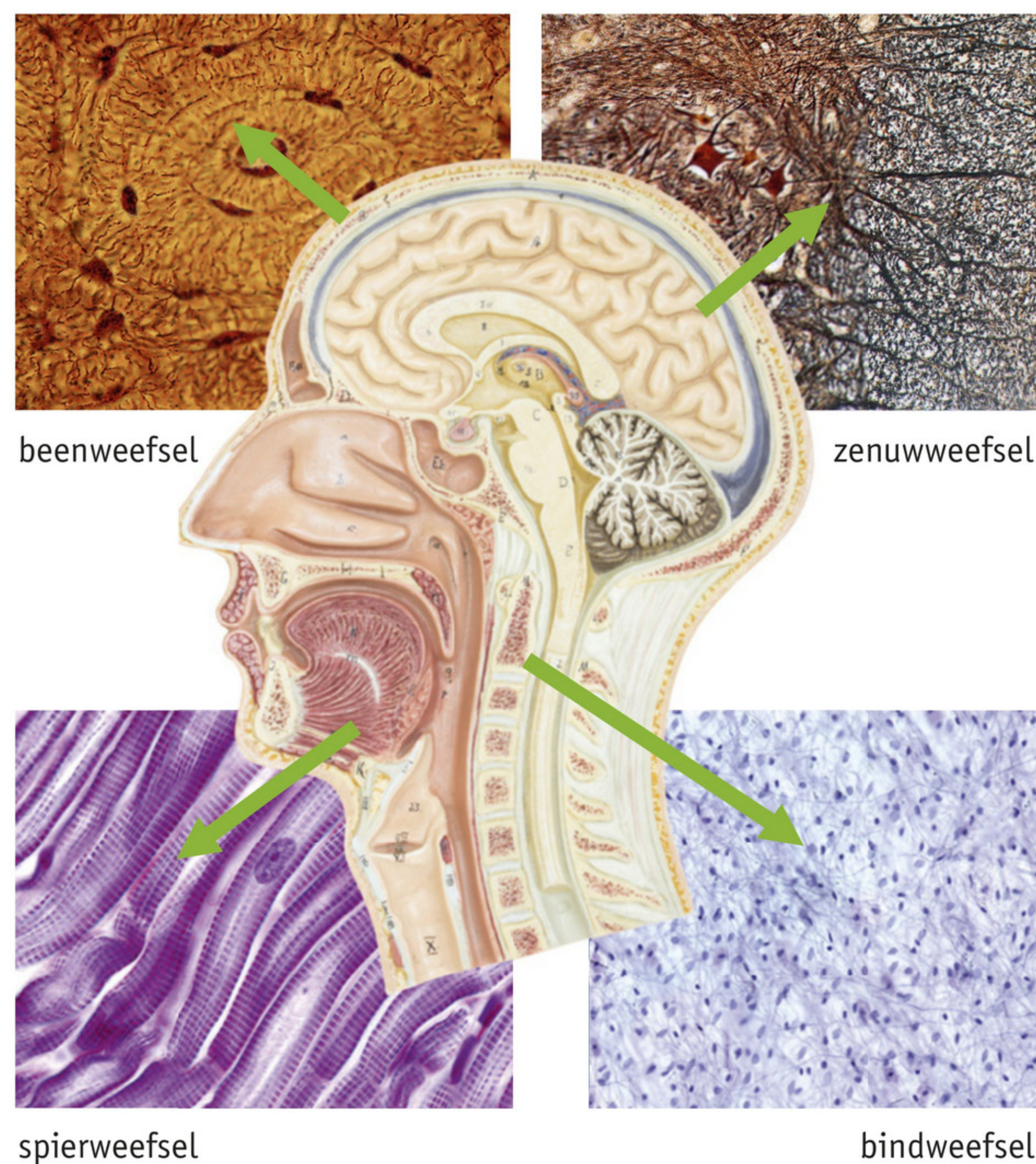
Organen zijn opgebouwd uit **cellen**. In afbeelding 5 is een cel ruimtelijk getekend. In deze tekening zie je 'diepte'. Maar als je een cel met een microscoop bekijkt, lijkt de cel 'plat' (zie afbeelding 6). Dat komt doordat je maar één vlak in de cel scherp ziet. Je ziet geen diepte meer. Ook in dit handboek worden cellen meestal 'plat' getekend. Je moet er dan ook rekening mee houden dat de cellen in werkelijkheid niet plat zijn.

▼ **Afb. 5** Een cel driedimensionaal getekend.▼ **Afb. 6** Een cel getekend zoals je hem door een microscoop ziet.

In een orgaan kunnen cellen voorkomen die heel verschillend van vorm zijn. Dat hangt samen met de functies die de cellen hebben. Meestal liggen cellen met dezelfde vorm en dezelfde functie(s) in groepen bij elkaar. We noemen zo'n groep cellen met dezelfde vorm en functie een **weefsel**.

In afbeelding 7 zie je voorbeelden van weefsels. In organen komen meestal verschillende soorten weefsels voor. In sommige soorten weefsel zit er **tussencelstof** tussen de cellen (zie afbeelding 7). De cellen liggen dan niet direct tegen elkaar aan. Tussencelstof kan per weefsel verschillend zijn. De tussencelstof in beenweefsel bijvoorbeeld is hard en bevat veel kalk. Dit zorgt ervoor dat een bot harde delen heeft en stevig is. Deze harde, stevige delen beschermen je lichaam. In sommige andere weefsels is de tussencelstof juist zacht of vloeibaar. De tussencelstof heeft dan een andere functie.

► **Afb. 7** Enkele weefseltypen.



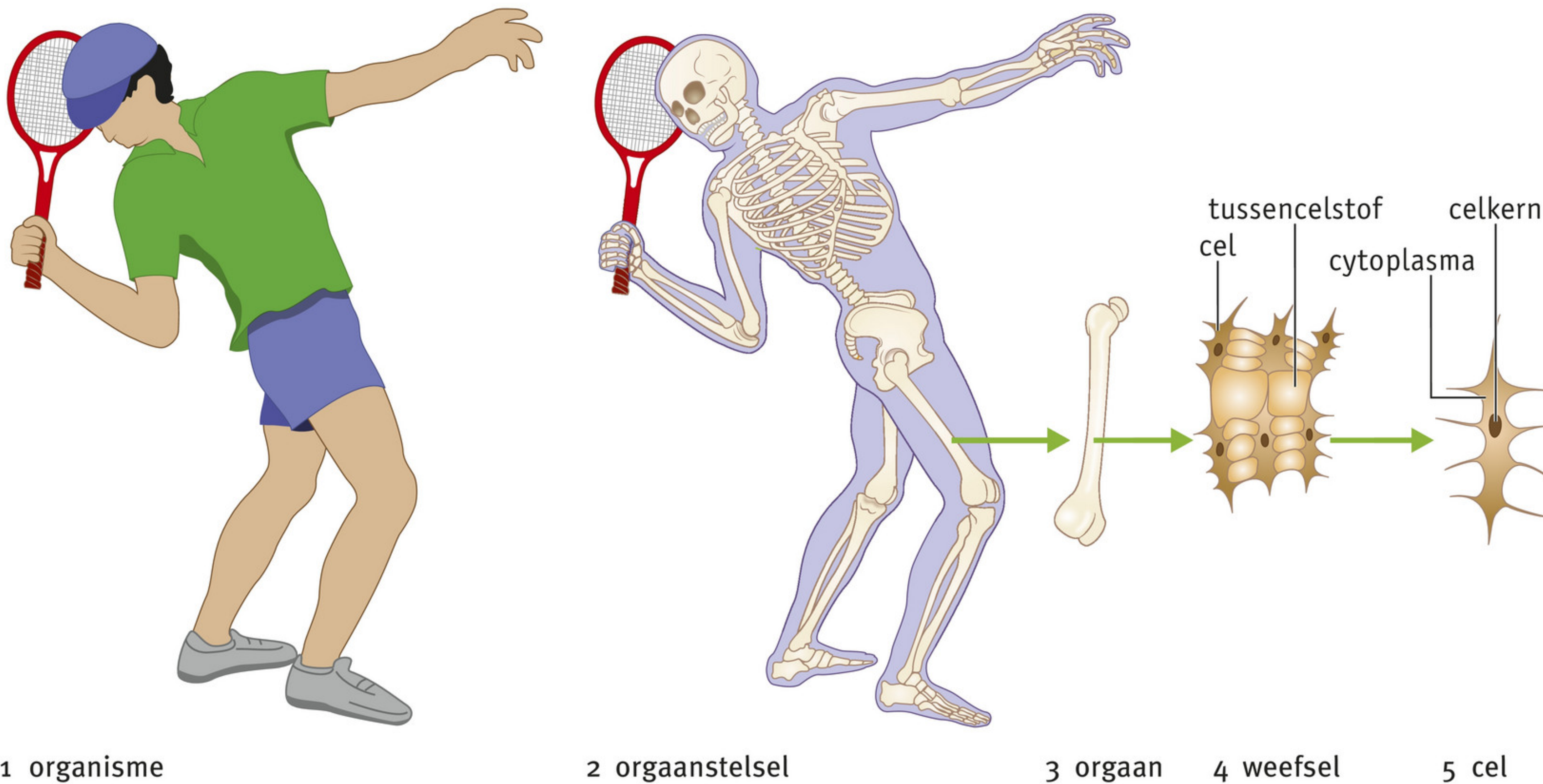
ORGANISATIENIVEAUS

Je kunt een organisme op verschillende niveaus bestuderen (zie afbeelding 8). Het kleinste niveau dat je tot nu toe hebt behandeld, is de cel. Cellen met dezelfde vorm en functie liggen bij elkaar in weefsels. Een weefsel is daarom een hoger **organisatieniveau** dan een cel. Weefsels zijn georganiseerd in organen. Een orgaan is daarom een hoger organisatieniveau. Het organisme is zelf ook een organisatieniveau.

Tussen de organisatieniveaus vindt voortdurend wisselwerking plaats. Als je tegen een bal schopt, gebruik je bijvoorbeeld je bottenstelsel, spieren en zintuigcellen. Alle organen, weefsels en cellen in de orgaanstelsels reageren dan op elkaar en werken met elkaar samen. Door deze samenwerking kun je de bal met de juiste snelheid en in de goede richting schoppen.

WB OPDRACHT 4 T/M 8 BLZ. 7

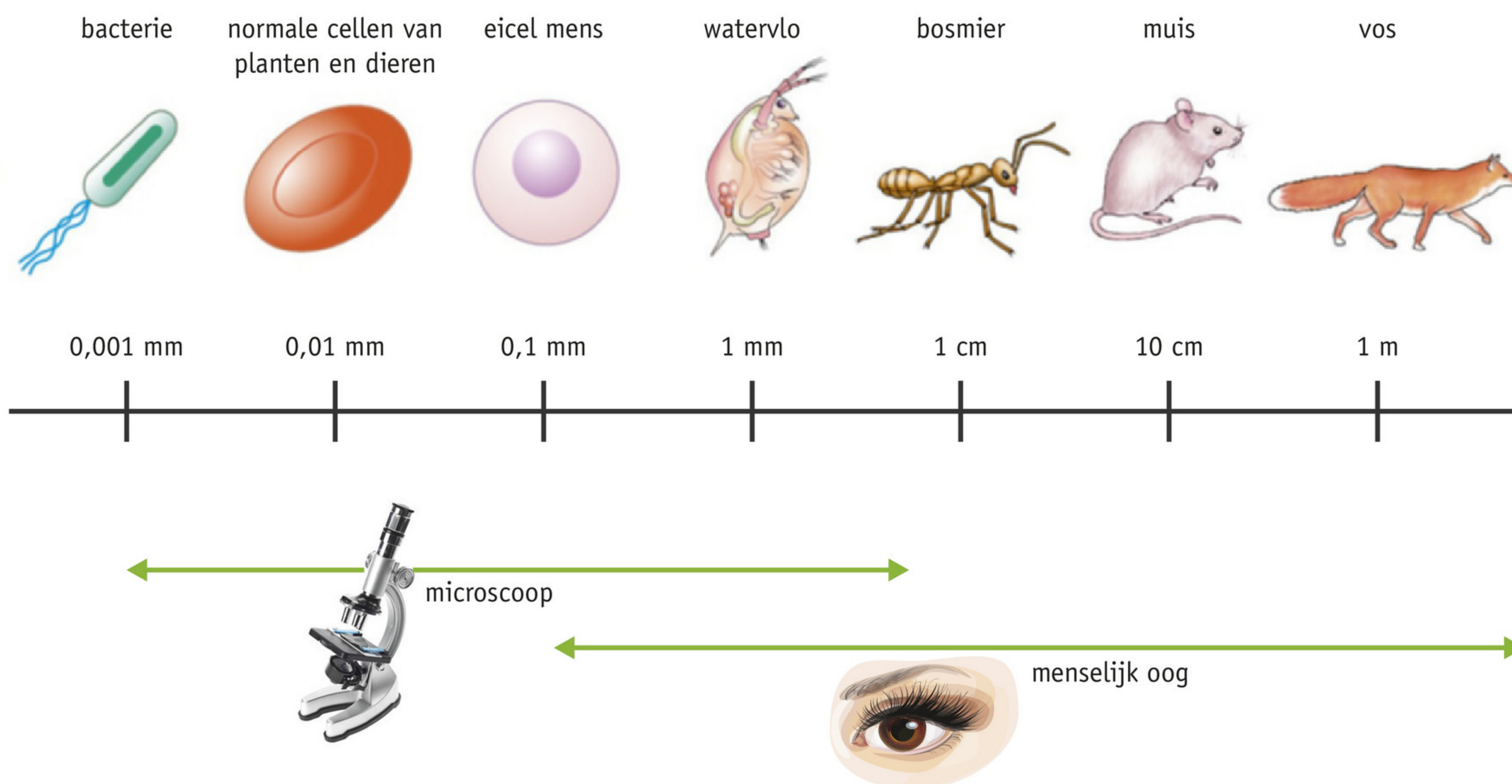
▼ **Afb. 8** Cellen, weefsels en organen vormen samen een orgaanstelsel.



3 Werken met de microscoop

▼ **Afb. 9** Wat je (in zijn geheel) kunt zien met een microscoop en met het blote oog.

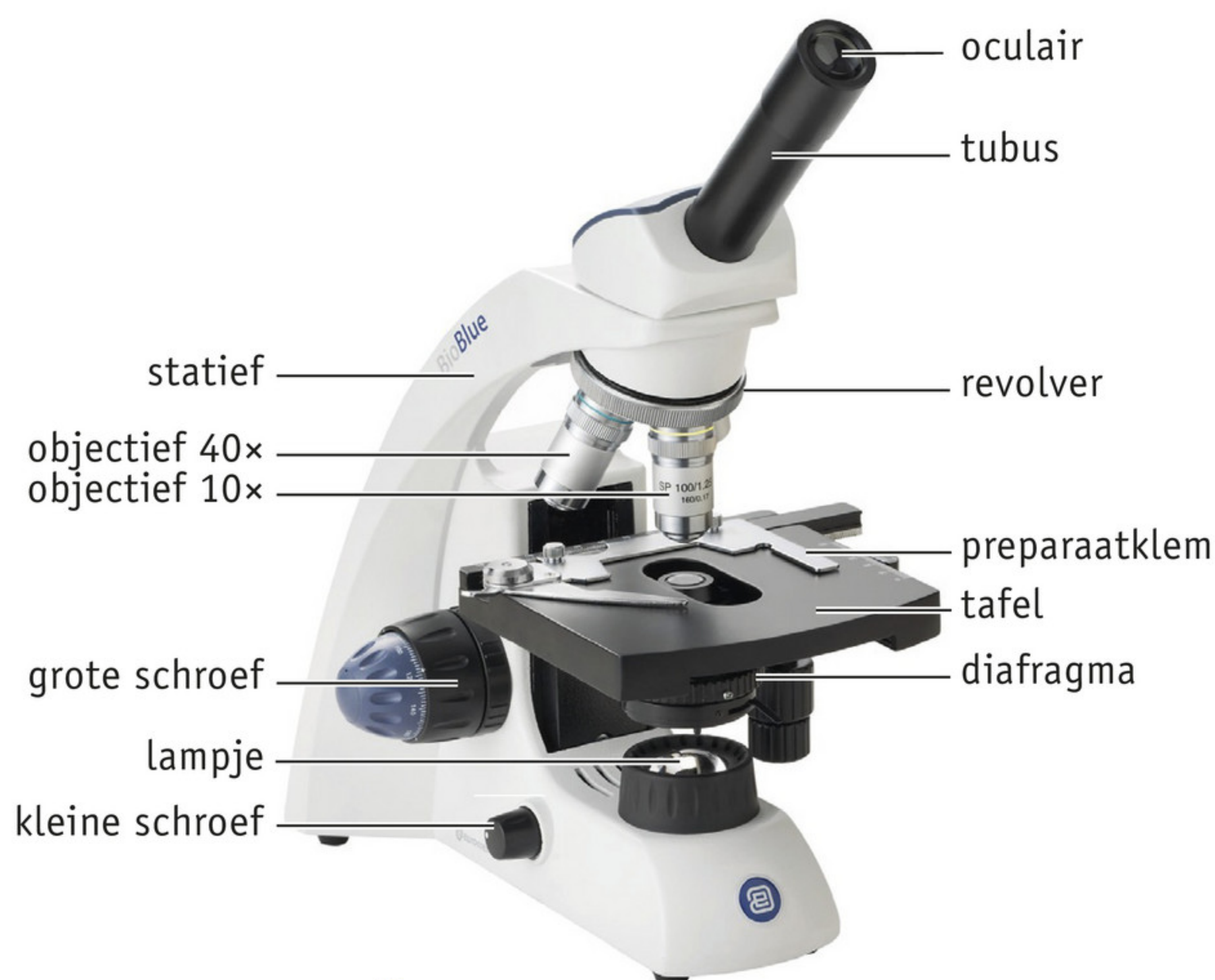
Met microscopen kun je veel kleinere delen van organismen bestuderen dan met het blote oog (zie afbeelding 9). Op school werk je met een lichtmicroscoop. Met deze microscoop kun je goed de cellen van planten, dieren en schimmels bestuderen. In deze basisstof staan kort de onderdelen van de microscoop en lees je hoe je ermee moet werken.



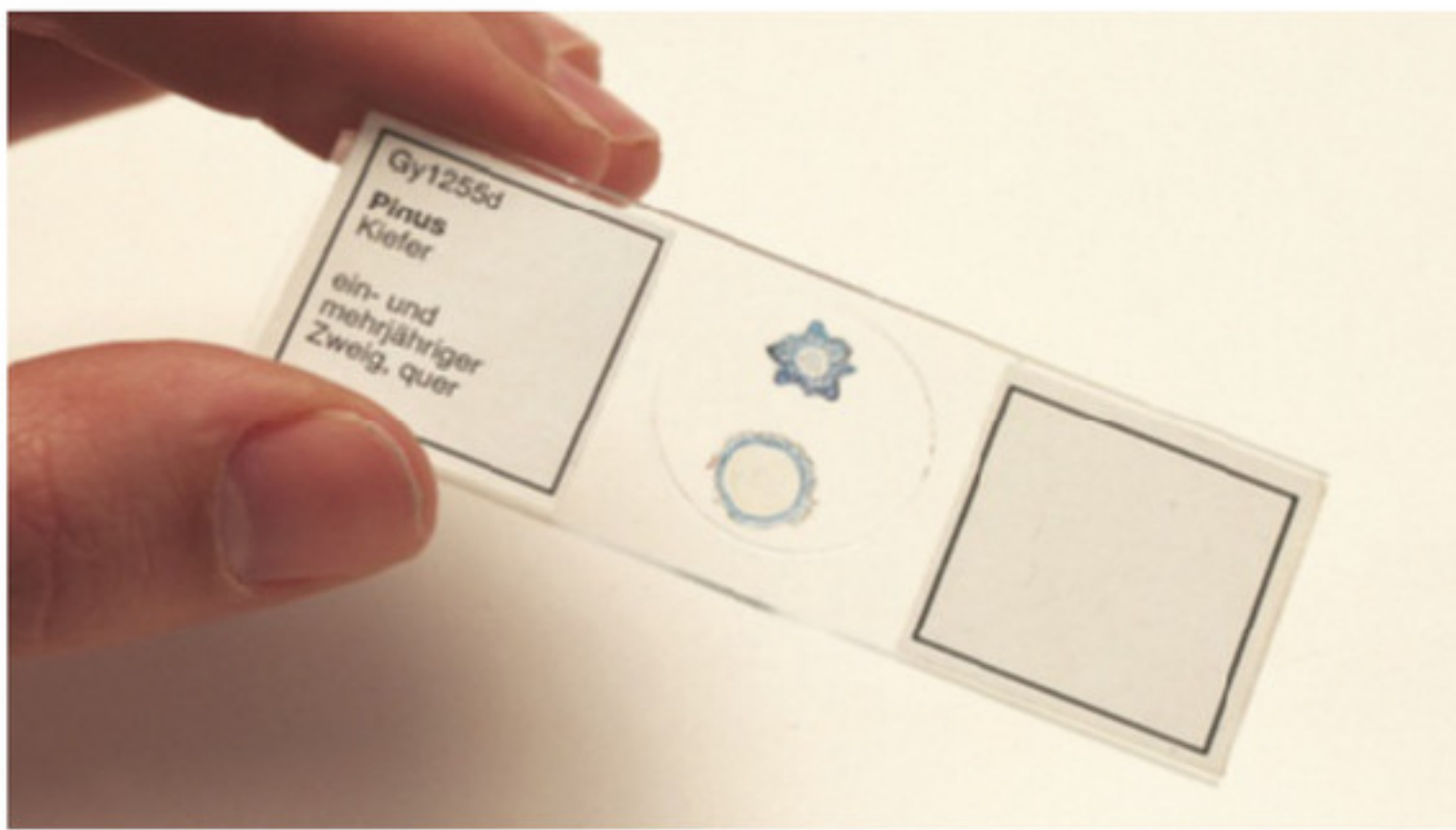
MICROSCOOP OP SCHOOL

Bij de meeste microscopen kun je de tafel omhoog of omlaag draaien (zie afbeelding 10), bij andere de tubus. Maar verder komen bij vrijwel alle microscopen op scholen dezelfde onderdelen voor.

► **Afb. 10** Een microscoop waarbij de tafel omhoog en omlaag kan.



▼ **Afb. 11** Een klaargemaakt preparaat.



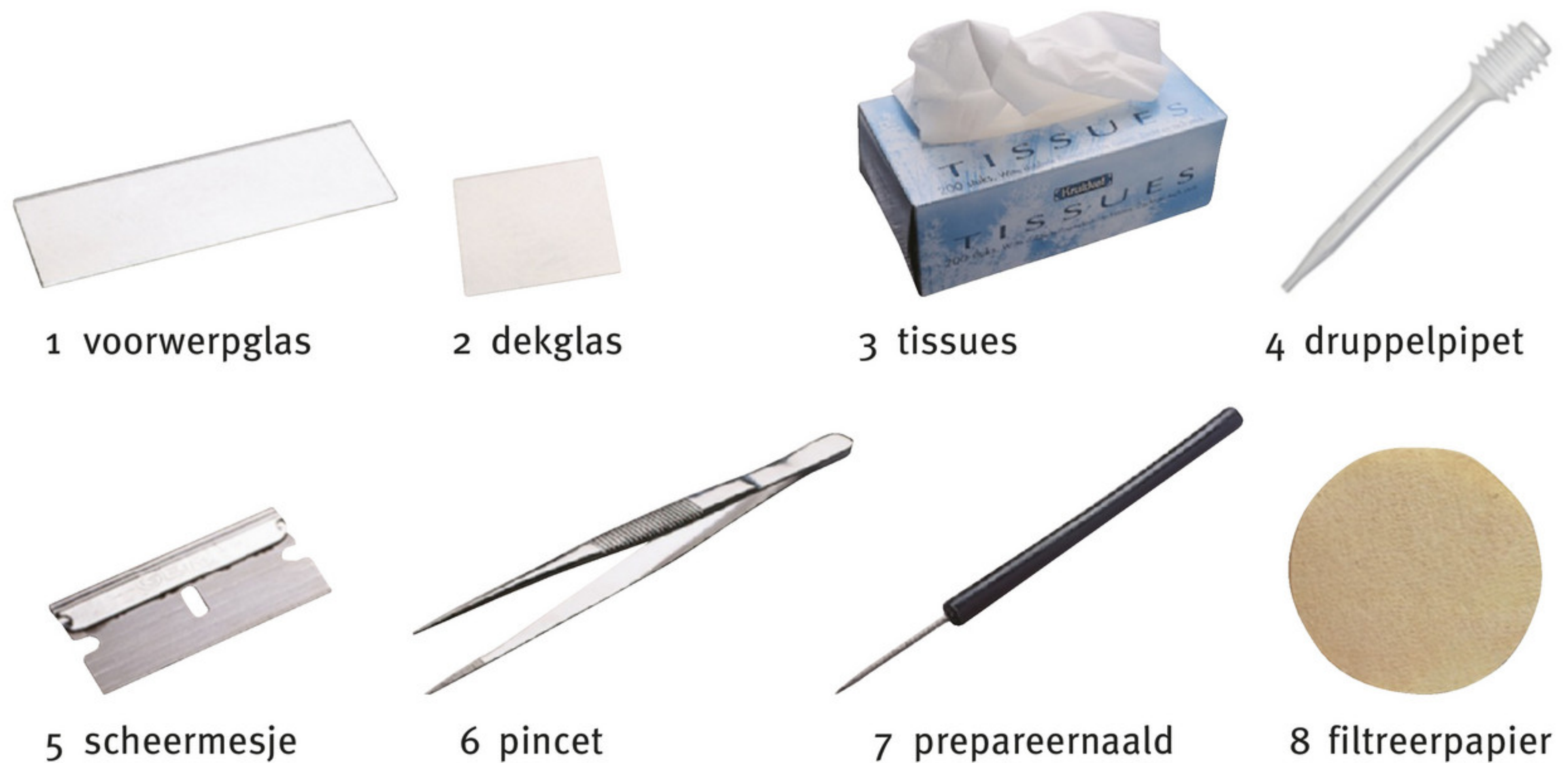
EEN PREPARAAT MAKEN

Voordat je met de microscoop cellen kunt bekijken, moet er eerst een **preparaat** van de cellen zijn gemaakt. Sommige preparaten zijn al klaargemaakt (zie afbeelding 11).

In deze basisstof leer je hoe je zelf een preparaat kunt maken. Je gebruikt hiervoor een ui. Bij het maken van een preparaat heb je **prepareermateriaal** nodig. In afbeelding 12 zie je welk prepareermateriaal je vaak nodig hebt. In afbeelding 13 zie je hoe je een preparaat maakt.

WB PRACTICUM 1 BLZ. 26

► **Afb. 12** Prepareermateriaal.



▼ **Afb. 13** Een preparaat maken van een vliesje van een ui.



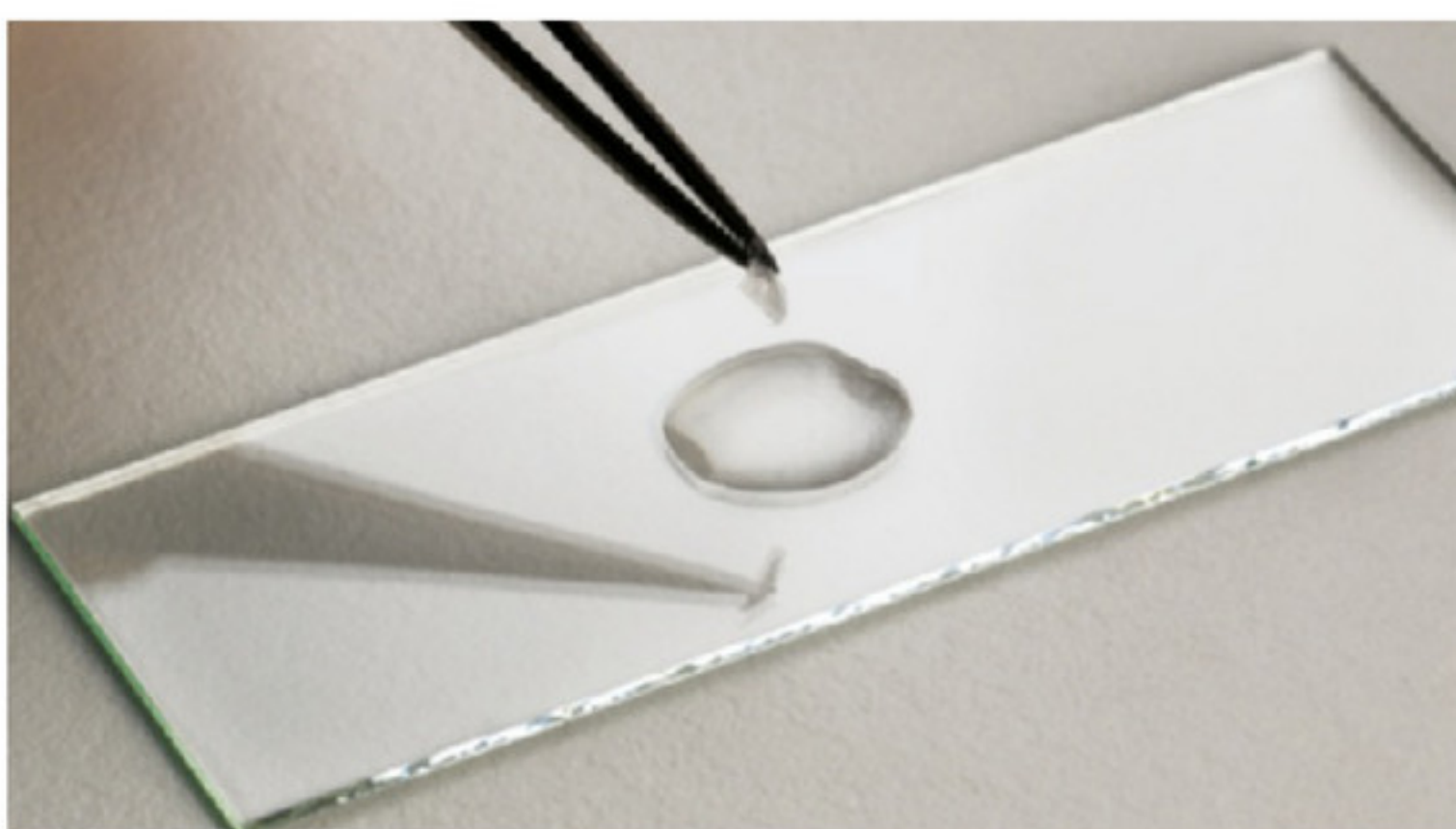
1 Breng met een druppelpipet een druppel water op een voorwerpglas.



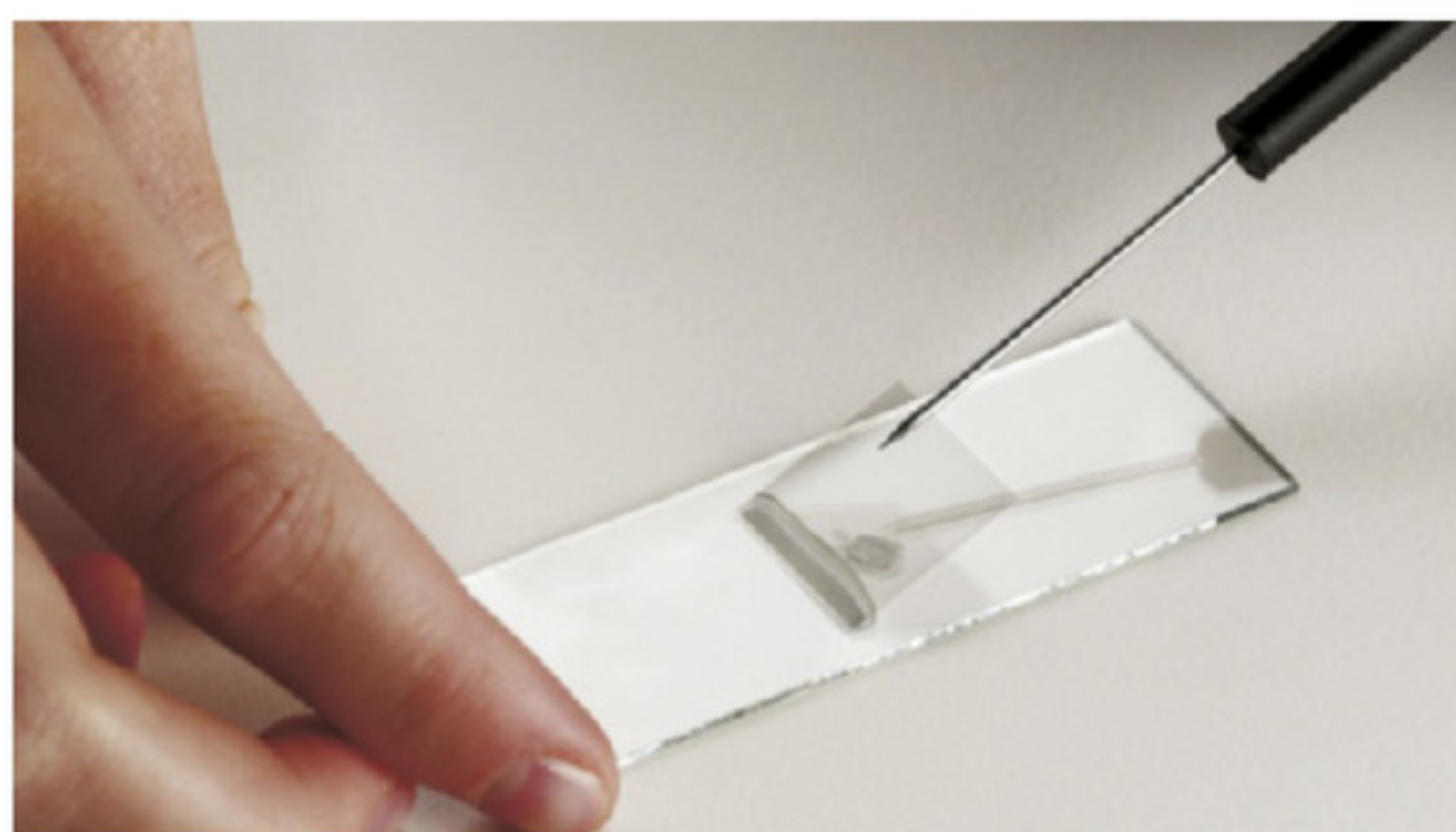
2 Maak met een scheermesje een sneetje in de holle binnenkant van een uienrok.



3 Trek met een pincet vanaf het sneetje een stukje vlies los. Je hebt maar een heel klein stukje nodig!



4 Leg het stukje vlies in de druppel water op het voorwerpglas. Zorg ervoor dat het stukje vlies niet dubbelgeslagen ligt.



5 Schuif een dekglas van opzij tegen de druppel water aan. Laat met een prepareernaald het dekglas langzaam op de druppel zakken. Er mogen geen luchtballen in het preparaat zitten!



6 Er mag niet te veel water op het voorwerpglas zitten. Zuig overtollig water weg met filtreerpapier. Pas op dat je geen water onder het dekglas wegzuigt.

MET DE MICROSCOOP WERKEN

Als je een preparaat met de microscoop bekijkt, begin je altijd scherp te stellen bij de kleinste vergroting (zie afbeelding 14). Door een kleine vergroting te gebruiken, zie je een groot deel van het preparaat. Je kunt het voorwerp in het preparaat dan gemakkelijk vinden. Bovendien is de kans dan klein dat je met een objectief tegen het preparaat aankomt. Daarna kun je een grotere vergroting gebruiken (zie afbeelding 15).

WB PRACTICUM 2 EN 3 BLZ. 26

▼ **Afb. 14** Scherpstellen bij de kleinste vergroting.



1 Draai met de grote schroef de tafel helemaal omlaag (of de tubus helemaal omhoog). Draai het kleinste objectief boven de tafel.



2 Leg het preparaat tussen de klemmen. Wat je wilt bekijken, leg je midden boven de opening in de tafel.



3 Kijk door het oculair. Draai met de grote schroef de tafel langzaam omhoog (of de tubus omlaag). Stop als het beeld ongeveer scherp is.



4 Stel met de kleine schroef nauwkeurig scherp.

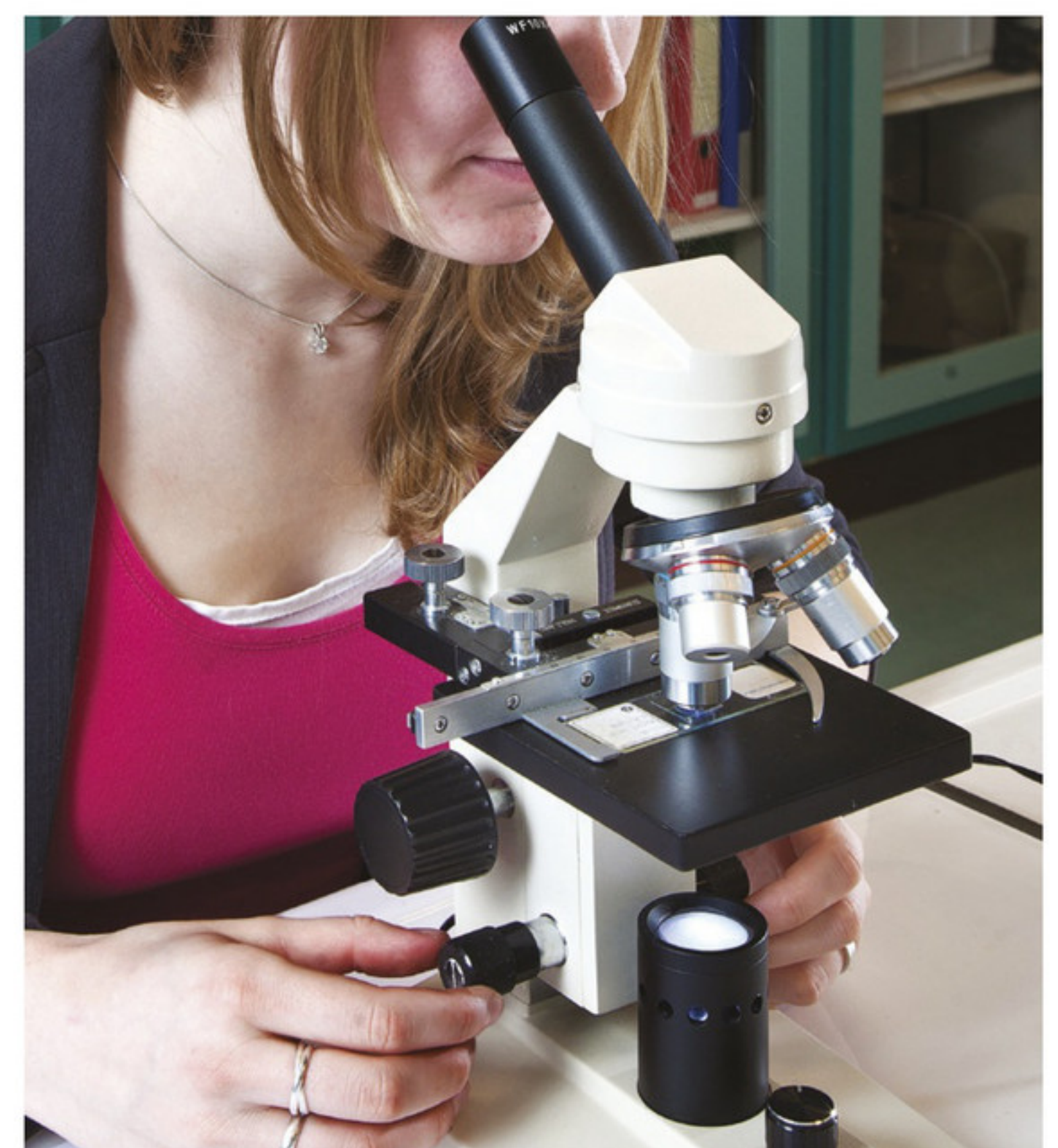
▼ **Afb. 15** Een grotere vergroting gebruiken.



1 Je hebt al scherp gesteld bij een kleinere vergroting. Kijk door het oculair. Wat je sterker wilt vergroten, schuif je in het midden van het beeld.



2 Kijk van opzij. Draai het objectief voor dat één maat groter is. Draai *niet* aan de grote schroef.



3 Stel met de *kleine schroef* nauwkeurig scherp.

TEKENINGEN MAKEN

In de biologie moet je organismen of delen van organismen zo nauwkeurig mogelijk bekijken. De beste manier om dit te doen, is door de organismen te tekenen. Als je iets tekent, kijk je er vanzelf heel nauwkeurig naar. Houd bij het tekenen rekening met de **tekenregels** (zie afbeelding 16). In afbeelding 17 lees je hoe je een preparaat opruimt.

WB OPDRACHT 9 T/M 12 BLZ. 12

► Afb. 16

TEKENREGELS

- 1 Maak grote tekeningen waarbij je duidelijk de verschillende onderdelen kunt onderscheiden.
- 2 Gebruik een niet te zacht potlood (HB).
- 3 Als je kleurt, gebruik je kleurpotloden (geen viltstiften).
- 4 Teken eerst de omtrek met dunne lijnen, dan pas de onderdelen. Daarna kun je de lijnen duidelijker maken.
- 5 Teken wat je ziet, niet wat je volgens het boek zou moeten zien.
- 6 Maak je tekeningen niet te ingewikkeld.
- 7 Schrijf bij je tekening:
 - de naam van wat je hebt getekend;
 - (eventueel) de vergroting;
 - (eventueel) dwarsdoorsnede of lengtedoorsnede;
 - (eventueel) natuurgetrouw of schematisch;
 - (eventueel) het kleurmiddel dat is gebruikt om het preparaat te maken.
- 8 Schrijf de namen bij de delen die zijn gevraagd in de opdracht. Trek tussen het deel en de naam een horizontaal verbindingslijntje.



champignon schematisch

► Afb. 17

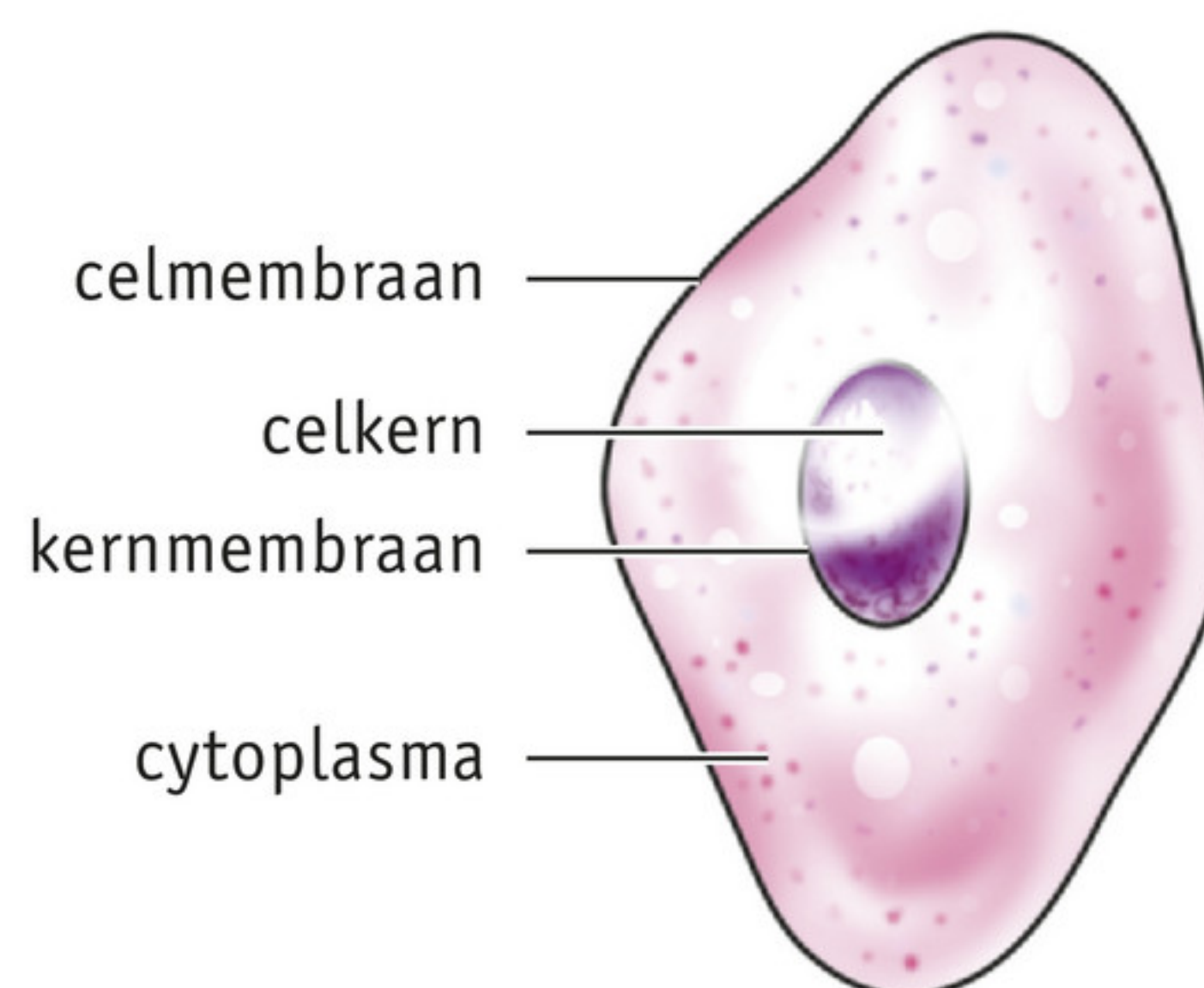
EEN PREPARAAT OPRUIMEN

- 1 Draai het objectief naar de kleinste vergroting.
- 2 Draai dan de tafel omlaag (of de tubus omhoog).
- 3 Haal daarna het preparaat onder de klemmen uit.
- 4 Lever klaargemaakte preparaten in bij je docent.
- 5 Haal zelfgemaakte preparaten uit elkaar.
- 6 Gooi het voorwerp en het vocht weg.
- 7 Maak het gebruikte materiaal schoon en droog het met een tissue.

4 Cellen

Wanneer jouw lichaam volgroeid is, zal het ongeveer honderd biljoen cellen bevatten. Ook planten kunnen uit veel cellen bestaan. In deze basisstof kijk je naar cellen van dieren en planten.

► **Afb. 18** Een dierlijke cel (schematisch).



DIERLIJKE CELLEN

In afbeelding 18 zie je een schematische tekening van een dierlijke cel. Deze cel wordt omgeven door een dun vlies: het **celmembraan**.

Een dierlijke cel bestaat voor het grootste deel uit **cytoplasma**. Cytoplasma is een stroperige vloeistof die bestaat uit water en veel opgeloste stoffen. In het cytoplasma bevindt zich de **celkern**. De celkern regelt alles wat er in een cel gebeurt. Om de celkern ligt ook een dun vlies: het **kernmembraan**.

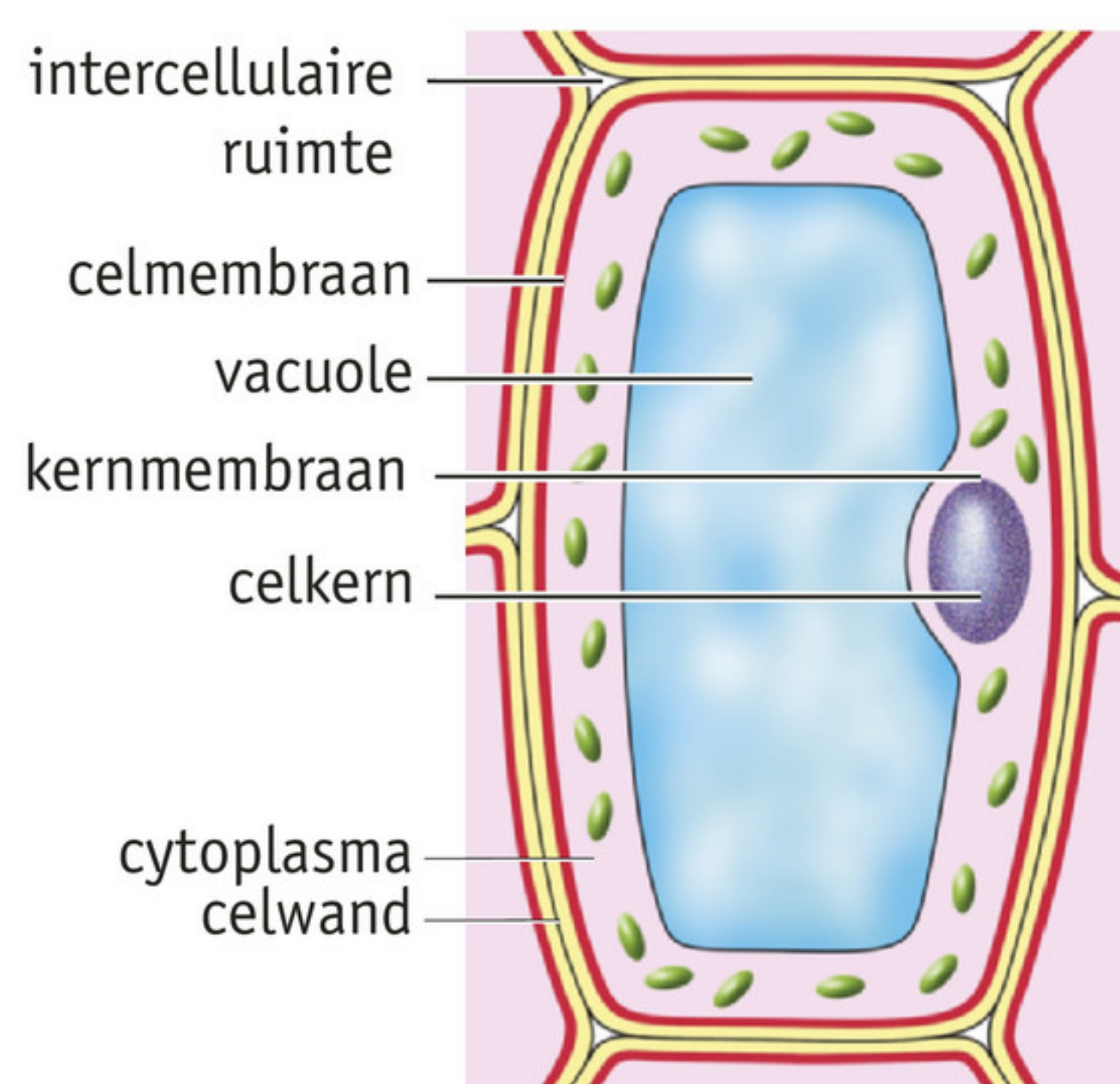
▼ **Afb. 19**

Biomedisch analist

Ik ben Mila. Ik werk als biomedisch analist op een ziekenhuislaboratorium. Daar ben ik veel achter de microscoop te vinden om cellen en weefsels van patiënten te onderzoeken. Dat is heel verantwoordelijk werk. Ik moet nauwkeurig kijken naar de cellen onder mijn microscoop om afwijkingen in bloed of weefsels op te sporen. Ik mag geen afwijkende cellen over het hoofd zien, want dan zou bijvoorbeeld bij een patiënt kanker niet op tijd worden ontdekt. Andere biomedische analisten speuren bijvoorbeeld naar bacteriën in urine of onderzoeken de werking van medicijnen.



▼ **Afb. 20** Een plantaardige cel (schematisch).



PLANTAARDIGE CELLEN

Cellen van planten bestaan net als dierlijke cellen uit een celmembraan, cytoplasma, een celkern en een kernmembraan (zie afbeelding 20). Maar plantencellen bevatten meer onderdelen in het cytoplasma dan cellen van dieren. In het cytoplasma van plantencellen komen bijvoorbeeld een of meer **vacuolen** voor. Dat zijn 'blaasjes' die gevuld zijn met vocht. Het vacuolevocht bestaat uit water met opgeloste stoffen. Jonge plantencellen bevatten meerdere vacuolen. Als de cellen ouder worden, vloeien de kleine vacuolen samen tot één grote vacuole. Het cytoplasma ligt dan in een dunne laag tegen de celwand aan.

Daarnaast maakt het cytoplasma van een plantaardige cel een stevig laagje om de cel heen: de **celwand**. De celwand is tussencelstof en behoort niet tot de cel. Celwanden zorgen voor stevigheid.

De celwanden sluiten vaak niet precies op elkaar aan. Tussen de celwanden van cellen die naast elkaar liggen, komen kleine holten voor: de **intercellulaire ruimten**. Deze holten zijn gevuld met lucht of water.

WB PRACTICUM 4 EN 5 BLZ. 27

KORRELS

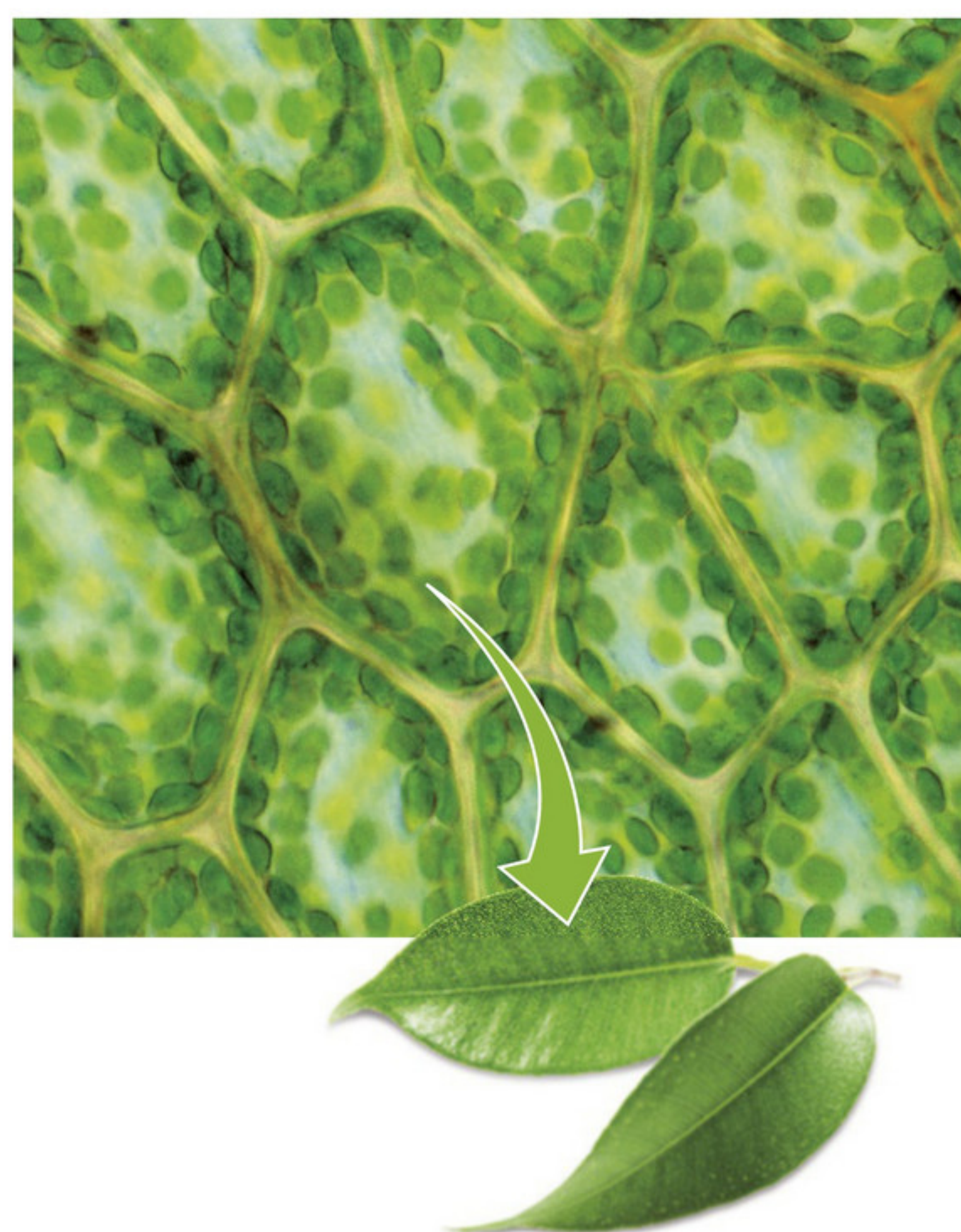
In het cytoplasma kunnen **korrels** voorkomen. Er zijn verschillende typen korrels: bladgroenkorrels, kleurstofkorrels en zetmeelkorrels.

Bladgroenkorrels komen onder andere voor in de bladeren van planten. Door de bladgroenkorrels zien planten er groen uit (zie afbeelding 21.1). In bladgroenkorrels vindt **fotosynthese** plaats. Door fotosynthese ontstaat glucose. Een plant gebruikt glucose als energiebron, maar ook om andere stoffen te maken waaruit de plant bestaat.

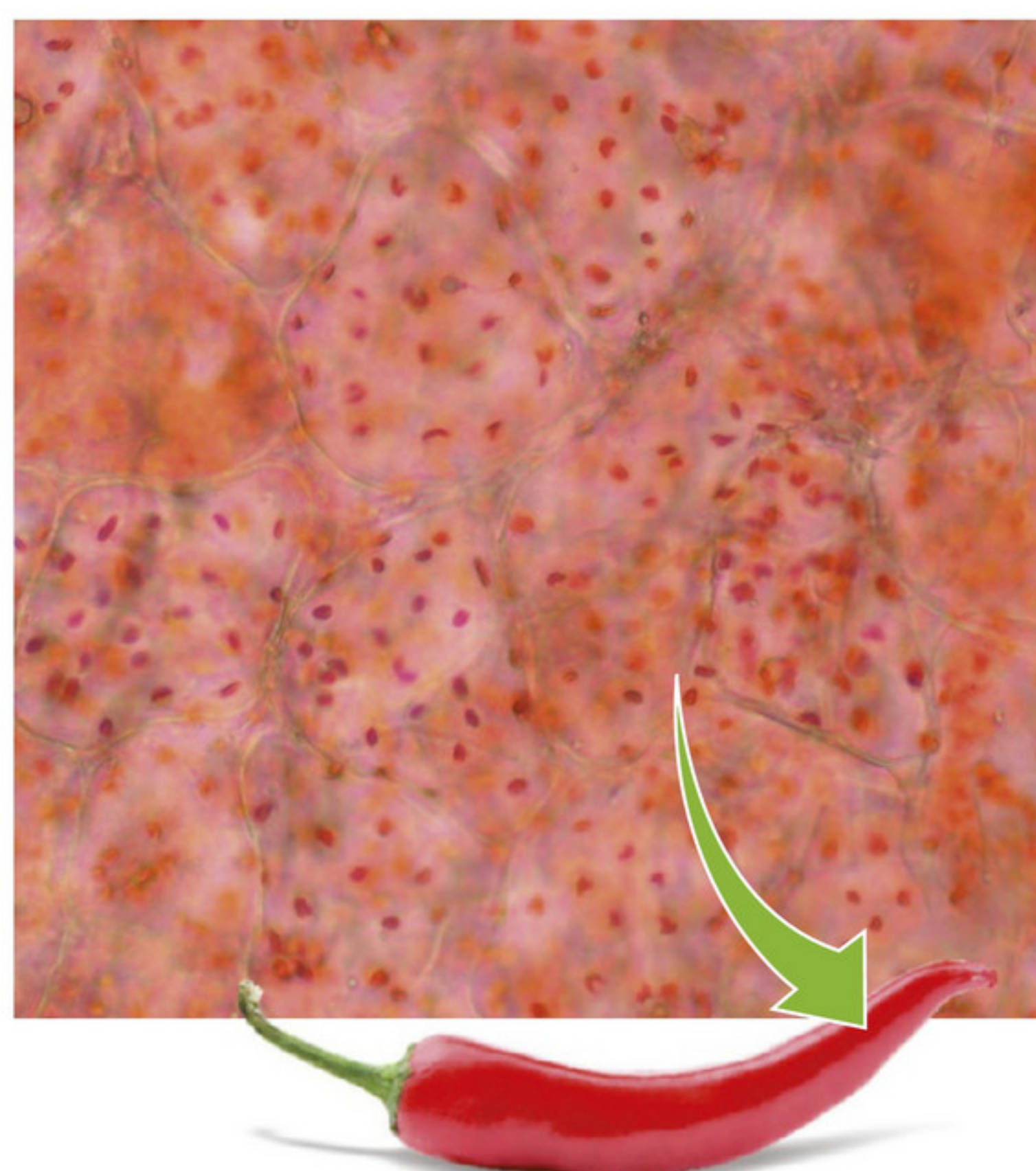
Kleurstofkorrels komen voor in de cellen van bloemen en vruchten met een gele, oranje of rode kleur (zie afbeelding 21.2). Kleurstofkorrels geven bloemen en vruchten hun opvallende kleur.

Zetmeelkorrels zijn kleurloos. Ze komen onder andere voor in de cellen van aardappels (zie afbeelding 21.3). In zetmeelkorrels is zetmeel opgeslagen.

▼ **Afb. 21** Korrels.



1 bladgroenkorrels



2 kleurstofkorrels



3 zetmeelkorrels

Korrels kunnen van het ene type overgaan in het andere type. Als een mandarijn bijvoorbeeld rijp wordt, verandert de kleur van groen naar oranje (zie afbeelding 22). Bladgroenkorrels veranderen dan in oranje kleurstofkorrels.

WB OPDRACHT 13 T/M 16 BLZ. 15

WB PRACTICUM 6 EN 7 BLZ. 29

▼ Afb. 22



1 onrijpe mandarijnen

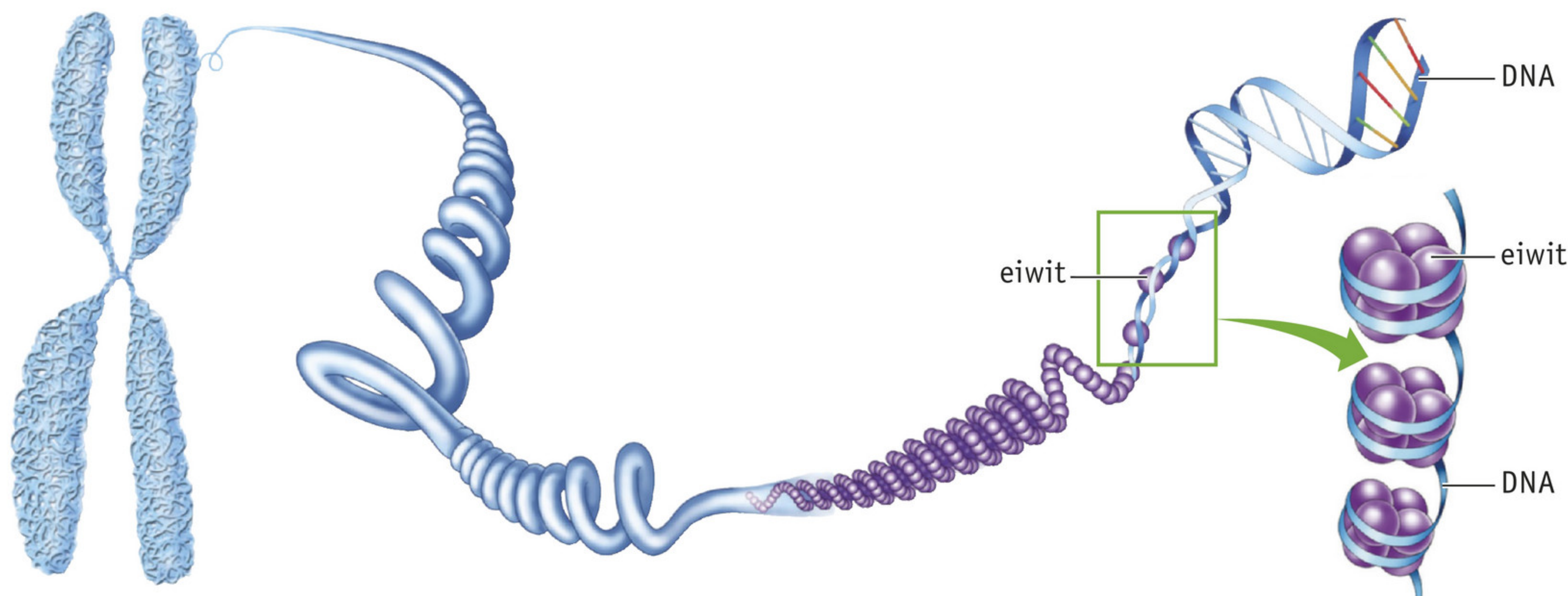


2 rijpe mandarijnen

5 Chromosomen

Iedereen is anders! In de celkernen zitten chromosomen en die zijn bij iedereen net even anders. Dat kun je gebruiken om misdaden op te lossen. De politie onderzoekt celkernen uit bijvoorbeeld sperma of speeksel (van een sigarettenpeuk). Daarmee kan zij bewijzen dat iemand aanwezig was bij een misdrijf.

▼ **Afb. 23** Een chromosoom bestaat uit DNA met eiwit.



ERFELIJKE EIGENSCHAPPEN

De celkern regelt alles wat er in de cel gebeurt. In de celkern bevinden zich chromosomen. Chromosomen bestaan uit **DNA** en eiwit (zie afbeelding 23). DNA bevat de informatie voor je **erfelijke eigenschappen**, zoals de kleur van je ogen of een huid met sproeten. Een DNA-molecuul is erg lang. Daardoor zijn chromosomen lange, dunne 'draden'. Met een microscoop zijn de chromosomen in een celkern meestal niet zichtbaar. Alleen als een cel zich gaat delen, worden de chromosomen zichtbaar met een microscoop (zie afbeelding 24).

► **Afb. 24** Als een cel zich gaat delen, worden de chromosomen zichtbaar.

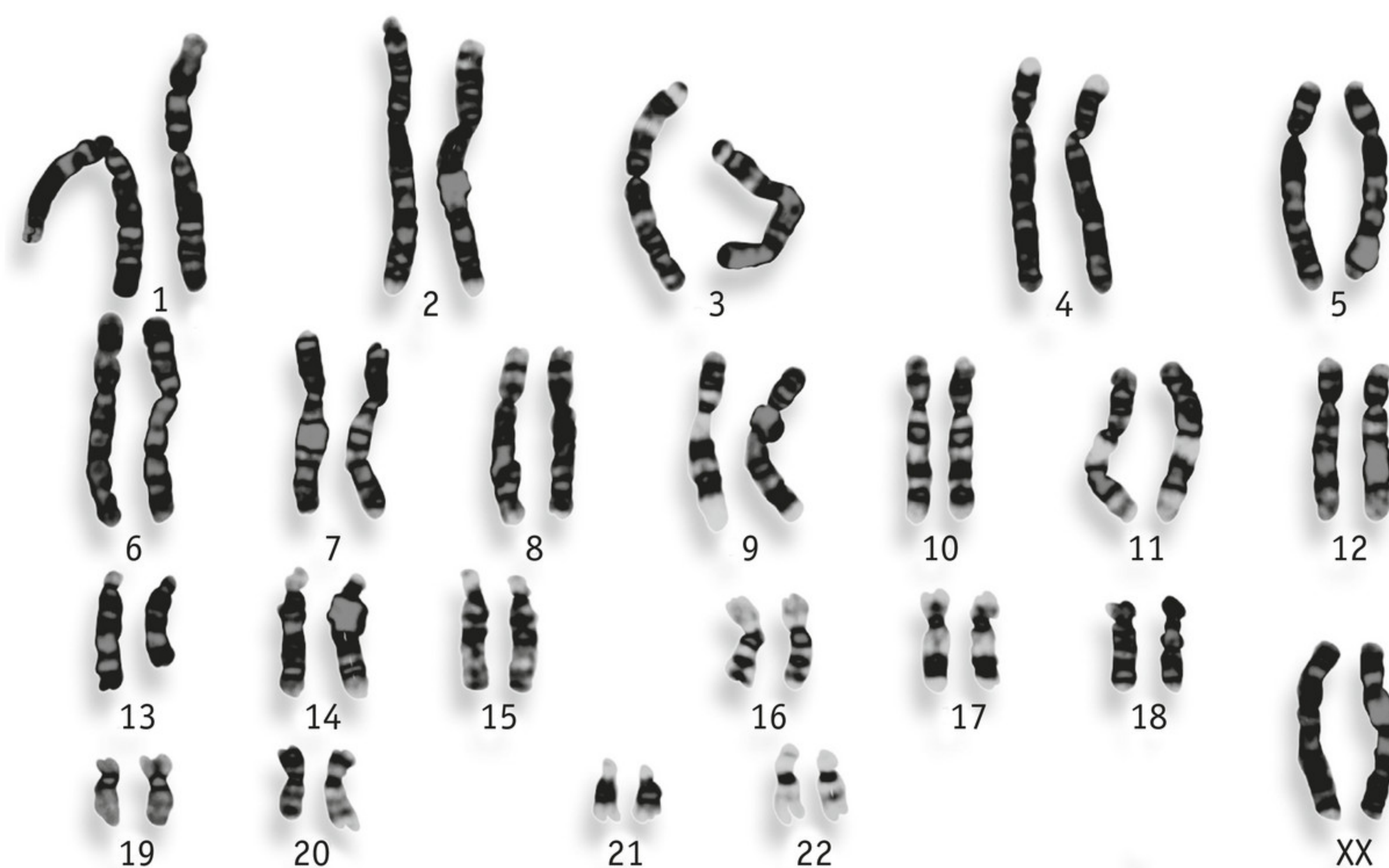


in de kern zijn geen
chromosomen zichtbaar

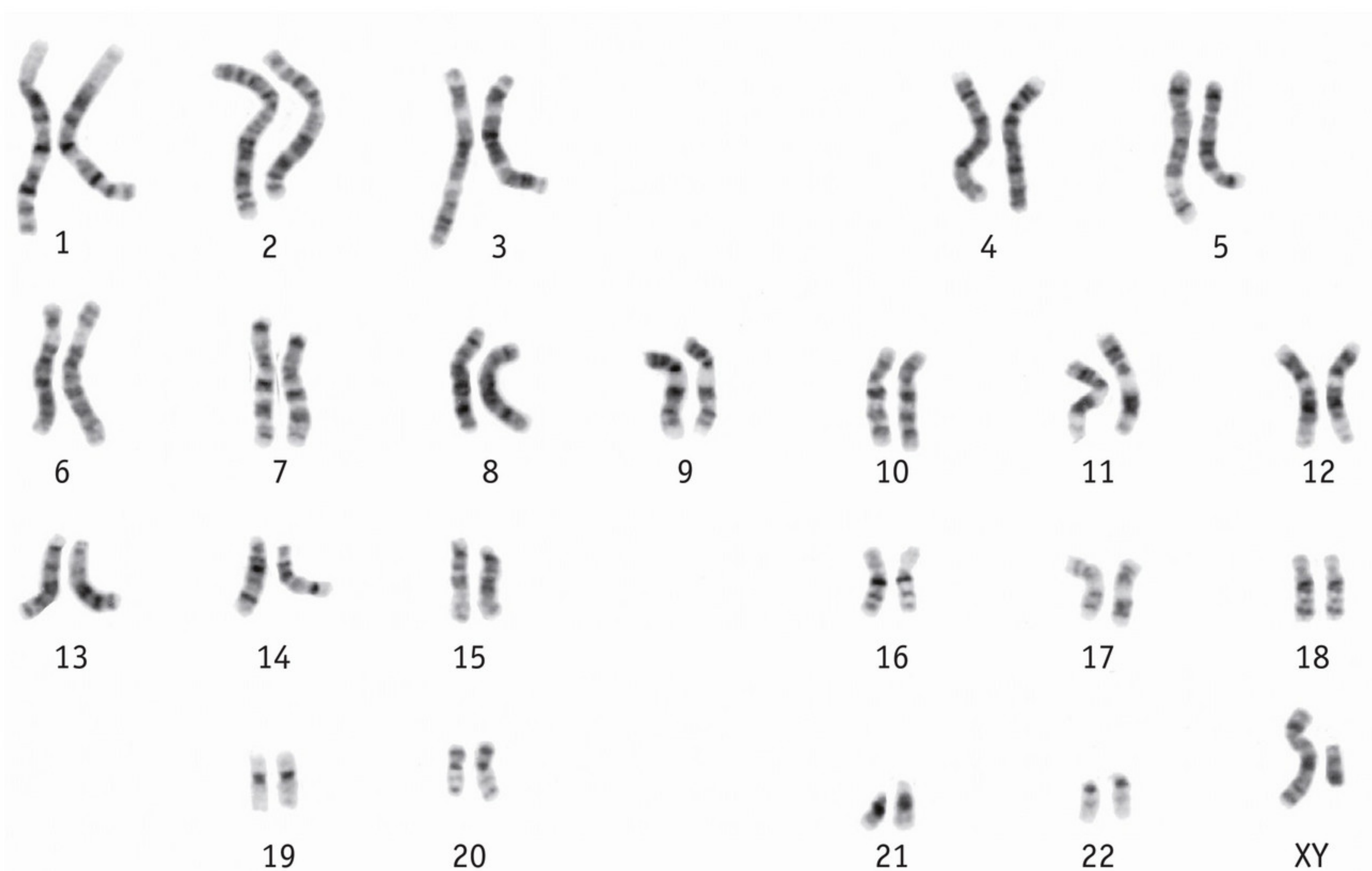
tijdens de celdeling worden
de chromosomen zichtbaar

In afbeelding 25 zijn de chromosomen van een man en vrouw gerangschikt naar grootte en vorm. We noemen dat een **chromosomenportret**. De chromosomen komen in **paren** voor. De beide chromosomen van een paar zijn bijna allemaal gelijk in grootte en vorm en bevatten de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen. Slechts één paar chromosomen is verschillend bij man en vrouw: XX bij een vrouw en XY bij een man.

► **Afb. 25** Chromosomenportret.



1 portret van een vrouw

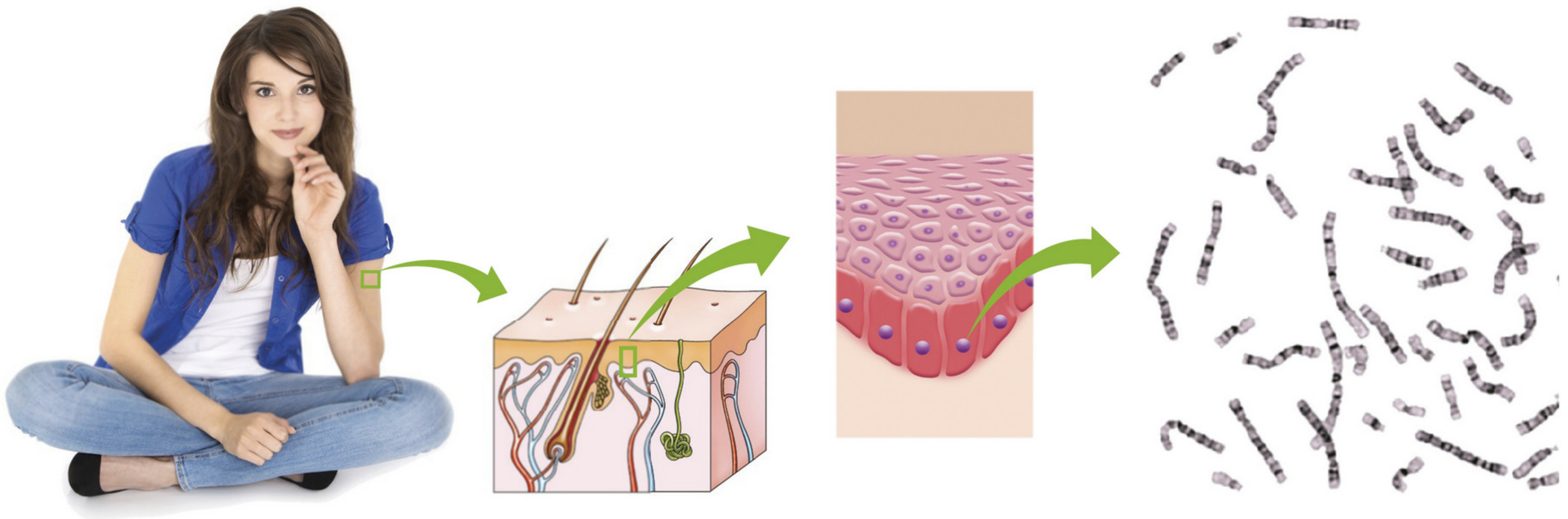


2 portret van een man

AANTAL CHROMOSOMEN

De celkern van een mens bevat 46 chromosomen. Dat zijn 23 paren chromosomen per celkern. Dit geldt voor alle cellen waaruit het lichaam van een mens is opgebouwd. Deze cellen noemen we **lichaamscellen** (zie afbeelding 26). Voorbeelden van lichaamscellen zijn huidcellen, levercellen en spiercellen.

▼ **Afb. 26** Lichaamscellen van de mens bevatten 46 chromosomen (23 paren).



Elk soort organisme heeft in de kernen van de lichaamscellen een vast aantal chromosomen. Deze chromosomen komen telkens in paren voor. In tabel 1 is het aantal chromosomen per (lichaams)cel weergegeven voor een aantal soorten. Uit deze tabel blijkt dat elke soort een even aantal chromosomen in de (lichaams)cellen heeft.

WB OPDRACHT 17 EN 18 BLZ. 17

► **Tabel 1** Aantal chromosomen per (lichaams)cel.

Soort	Aantal
Aardappel	48
Adelaarsvaren	104
Bananenvlieg	8
Cavia	64
Goudvis	94
Heremietkreeft	254
Hond	78
Huisvlieg	12
Kat	38
Konijn	44
Mens	46
Paard	64
Ui	16
Veldmuis	46

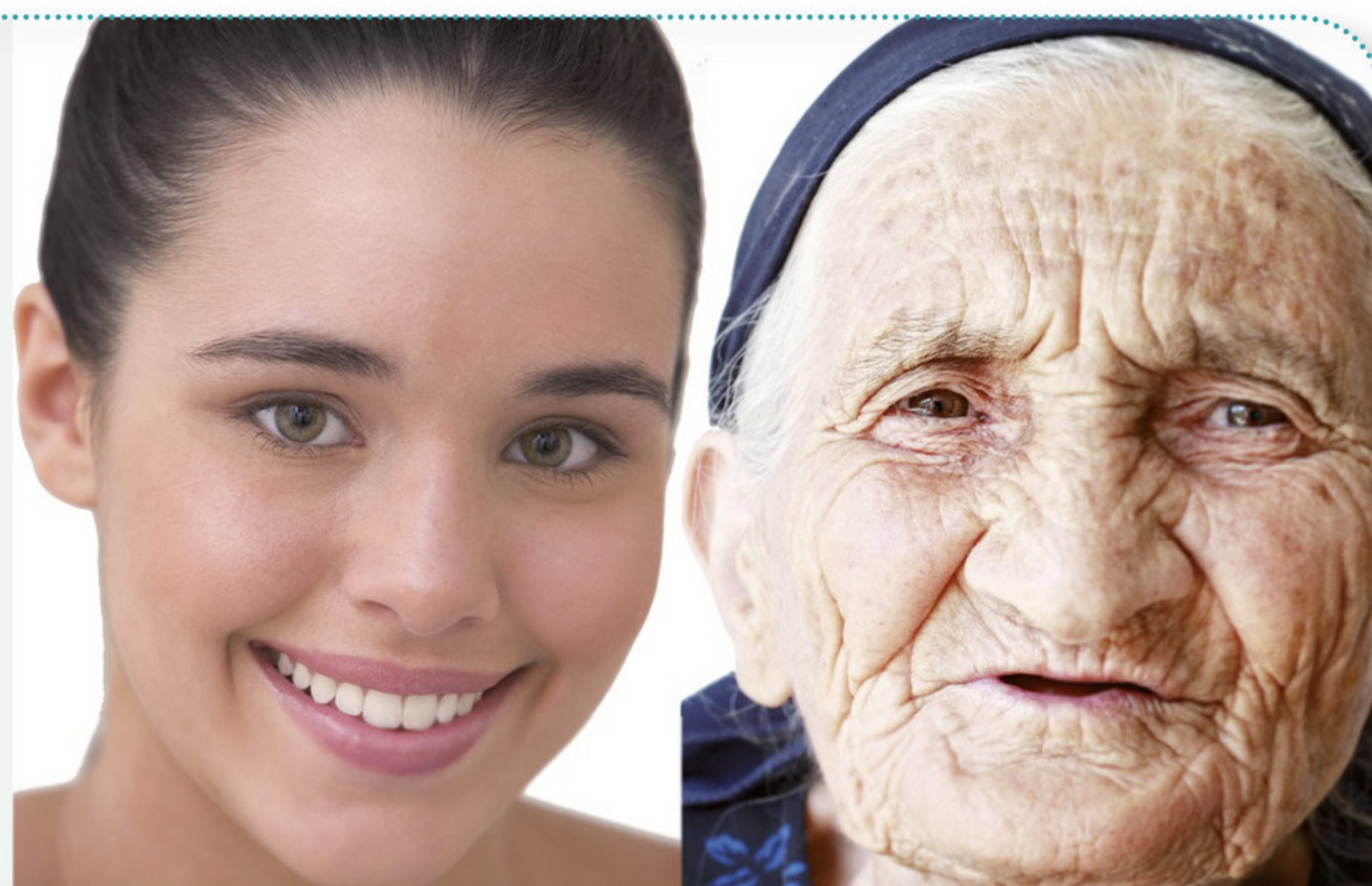
6 Gewone celdeling (mitose)

Elk mens is ooit ontstaan uit één cel (een bevruchte eicel). Een volwassene van 20 jaar bestaat uit ongeveer honderdduizend miljard cellen. In twintig jaar zijn er dus heel veel cellen bijgekomen. Elk uur vormt je lichaam veel nieuwe cellen (zie afbeelding 27). Doordat nieuwe cellen ontstaan, kunnen planten en dieren groeien. Maar ook als organismen niet groeien, komen er nieuwe cellen bij. Dit is bijvoorbeeld het geval als een wond herstelt of als oude cellen worden vervangen door nieuwe cellen.

▼ Afb. 27

Jong en strak door celdeling

Terwijl je deze zin leest, maakt je lichaam ongeveer één miljoen nieuwe cellen. Per uur vormt je lichaam zo'n miljard nieuwe cellen door celdeling. Maar bij een 80-jarige zijn dat er veel minder. Als je jong bent en groeit, vormt je lichaam heel veel nieuwe cellen. Hoe ouder je wordt, hoe langzamer de celdeling gaat. Op een gegeven moment kunnen veel cellen niet meer delen. Oude versleten cellen worden dan niet meer vervangen. Uiteindelijk gaat daardoor elk individu dood.

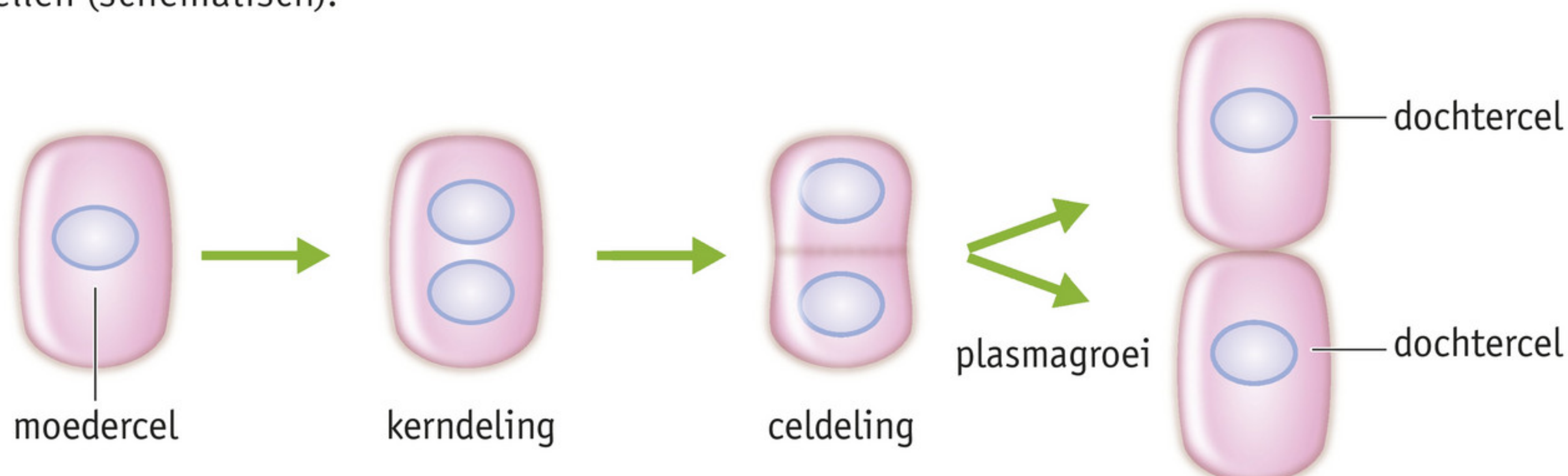


DE VORMING VAN NIEUWE CELLEN

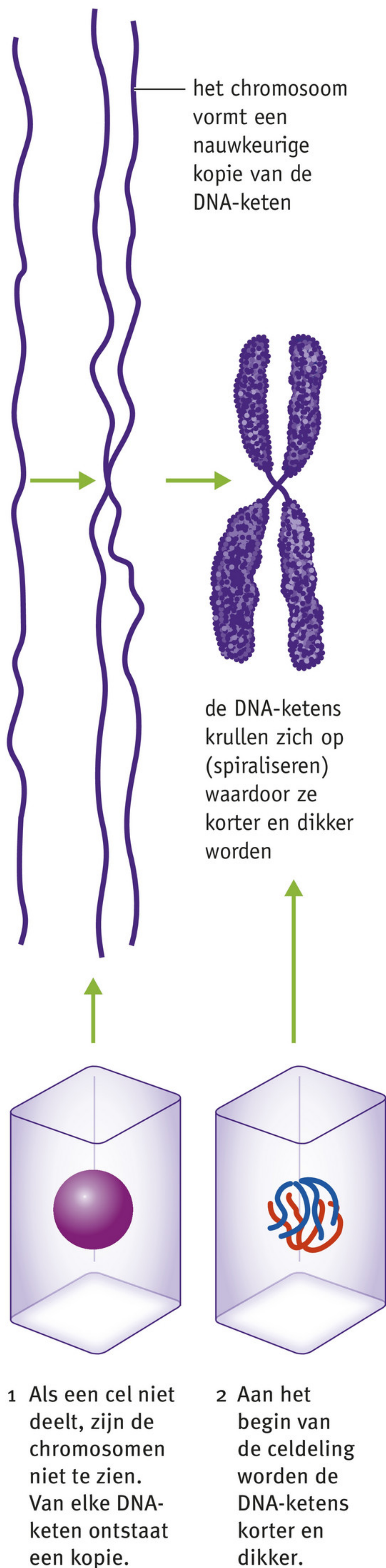
De vorming van nieuwe lichaamscellen verloopt bij alle organismen op een vergelijkbare manier (zie afbeelding 28). Eerst deelt de celkern zich in tweeën (kerndeling). Daarna deelt het cytoplasma zich in tweeën (celdeling). Er zijn dan uit één cel (de **moeder cel**) twee nieuwe cellen ontstaan (de **dochter cellen**). Dit proces noem je **gewone celdeling** of **mitose**.

Na de mitose vormen de twee dochtercellen extra cytoplasma (**plasmagroei**). Daardoor wordt elke dochtercel net zo groot als de oorspronkelijke moeder cel.

▼ Afb. 28 De vorming van nieuwe cellen (schematisch).



▼ **Afb. 29** De gewone celdeling (mitose).



DE GEWONE CELDELING

In afbeelding 29 zie je in zes stappen wat er gebeurt bij de gewone celdeling. Als een cel zich niet deelt, zijn de chromosomen niet te zien met de microscoop. Dit zie je in stap 1 en stap 6 van afbeelding 29.

Een gewone celdeling verloopt als volgt:

- Stap 1: **kopiëren**. Als voorbereiding op de kerndeling vormt elk chromosoom een kopie van zichzelf (het origineel). Je ziet dat boven de cel van stap 1 getekend. De beide DNA-ketens zitten op één plaats aan elkaar vast.
- Stap 2: start kerndeling. De ketens van elk chromosoom gaan **spiraliseren**. Dat wil zeggen dat de DNA-ketens van een chromosoom zich oprollen als een spiraal. Door het spiraliseren worden de chromosomen korter en dikker. Je ziet dat boven de cel van stap 2 getekend. De chromosomen worden daardoor zichtbaar met een microscoop.
- Stap 3, 4 en 5: **kerndeling**. De twee DNA-ketens (origineel en kopie) van elk chromosoom gaan uit elkaar. Het ene punt waarop ze aan elkaar vastzitten, laat los. Elke dochtercel bevat van elk chromosoom één van beide DNA-ketens. Elke dochtercel bevat daardoor dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel. Ze zijn dus exacte kopieën van de moedercel. Elke dochtercel bevat dus ook hetzelfde aantal chromosomen als de moedercel.
- Stap 5 en 6: **celdeling**. Er vormt zich een celmembraan tussen de kernen van beide dochtercellen. Daardoor wordt het cytoplasma van beide dochtercellen gescheiden. Er zijn nu twee dochtercellen ontstaan.

WB OPDRACHT 19 T/M 21 BLZ. 19

WB PRACTICUM 8 BLZ. 32

7 Biologisch onderzoek

In de biologie kun je onderzoek doen om dingen te ontdekken. Veel bedrijven doen bijvoorbeeld onderzoek om nieuwe medicijnen te ontwikkelen. In deze basisstof leer je hoe je zelf een biologisch onderzoek bedenkt en uitvoert (zie afbeelding 30).

▼ Afb. 30



probleemstelling



onderzoeksvraag



verwachting



werkplan



onderzoek uitvoeren en waarnemingen verzamelen



conclusie

WAT WIL IK ONDERZOEKEN?

Een biologisch onderzoek start met een vraag. Dit heet de **probleemstelling**. Een voorbeeld van een probleemstelling is: *Welke invloed heeft licht op de groei van planten?* Deze probleemstelling is echter te vaag om te kunnen onderzoeken. Je kunt er alle kanten mee op. Wil je de invloed van licht onderzoeken op bomen of op kleine plantjes? Wil je de invloed van verschillende hoeveelheden licht onderzoeken of wil je alleen licht en donker vergelijken?

Daarom moet je de probleemstelling nauwkeuriger omschrijven. Je formuleert een **onderzoeksvraag** die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken. Bijvoorbeeld: *Zijn kiemplantjes die ik in het licht wegzet, na een paar dagen langer zijn dan kiemplantjes die ik in het donker wegzet?*

Daarna schrijf je op welk antwoord je verwacht op de onderzoeksvraag. Je formuleert een **verwachting**. Bij het formuleren van een verwachting maak je gebruik van wat je al weet. Als een plant groeit, neemt het aantal cellen toe. Om deze cellen te maken, heeft een plant veel verschillende stoffen nodig. Om deze stoffen te maken, gebruikt een plant glucose. Glucose ontstaat door fotosynthese. Voor fotosynthese is licht nodig. Een logische verwachting is dan: *Kiemplantjes die ik in het licht wegzet, zullen na een paar dagen langer zijn dan kiemplantjes die ik in het donker wegzet.*

WAT IS MIJN WERKPLAN?

Om te onderzoeken of je verwachting klopt, bedenk je een **werkplan**. In een werkplan staat beschreven welke proef je bij het onderzoek wilt uitvoeren en hoe je de resultaten wilt verwerken. Let daarbij op de volgende regels:

- Om betrouwbare gegevens te krijgen, moeten proeven met grote aantallen worden uitgevoerd. Anders zijn de resultaten te veel afhankelijk van toevalligheden.
- Per proef mag slechts één factor worden onderzocht. Je mag bijvoorbeeld niet in één proef de invloed van licht en de invloed van water op de groei van kiemplantjes onderzoeken.
- Je moet altijd werken met een **proefgroep** en een **controlegroep**. De proefgroep wordt blootgesteld aan de factor die je wilt onderzoeken, de controlegroep niet. Bijvoorbeeld: de kiemplantjes van de proefgroep staan in het licht en de kiemplantjes van de controlegroep in het donker. Alle overige omstandigheden, bijvoorbeeld de temperatuur en de hoeveelheid vocht, moeten gelijk zijn in beide groepen.
- Na afloop van het onderzoek vergelijk je de resultaten van de proefgroep en de controlegroep.

In afbeelding 31 staan enkele vragen die je kunt stellen bij het maken van een werkplan.

► Afb. 31

WERKPLAN VOOR EEN PROEF

Wat ga ik doen?

- Welke factor onderzoek ik?
- Hoeveel organismen gebruik ik om betrouwbare gegevens te krijgen?
- Met welk soort organisme voer ik het onderzoek uit? Waarom met deze soort?
- Onder welke omstandigheden voer ik het onderzoek met de proefgroep en de controlegroep uit?
- Hoe zorg ik ervoor dat de overige omstandigheden gelijk zijn?

Wat heb ik nodig?

- Wat voor materialen heb ik nodig om het onderzoek te kunnen uitvoeren?

Hoe neem ik waar?

- Op welke manier ga ik de proefgroep en de controlegroep waarnemen en het resultaat hiervan in beide groepen vergelijken, bijvoorbeeld door de lengte te meten met een liniaal, of door het aantal te tellen?
- Op welke manier ga ik de waarnemingen weergeven, bijvoorbeeld in een tekening, in een tabel, in een lijndiagram (een grafiek) of in een staafdiagram?

WAT NEEM IK WAAR?

Als het werkplan goed is, kun je het onderzoek precies volgens het werkplan uitvoeren. Tijdens het onderzoek verzamel je de **waarnemingen** van je proefgroep en je controlegroep. Als je de waarnemingen gaat meten en in een schema of diagram weergeeft, zijn dat de **resultaten** van je onderzoek.

WELKE CONCLUSIE KAN IK TREKKEN?

Na afloop van de proef vergelijk je de resultaten van de proefgroep en de controlegroep met elkaar. Uit je resultaten kun je **conclusies** trekken. Als je resultaten overeenkomen met je verwachting mag je concluderen dat je verwachting klopt.

HET ONDERZOEK EVALUEREN

Het kan ook voorkomen dat de resultaten niet overeenkomen met je verwachting. Dat is bijvoorbeeld het geval met dit onderzoek. In afbeelding 32 zie je kiemplantjes van tuinkers die zijn gekweekt in het licht en in het donker. Je ziet dat de kiemplantjes in het donker langer zijn dan die in het licht. De verwachting dat kiemplantjes in het licht harder groeien dan in het donker, blijkt dus niet juist te zijn.

In het donker ontstaan kiemplantjes met lange, slappe, bleekgele stengels en kleine bleekgele bladeren. Planten blijken in het donker sneller in de lengte te groeien dan in het licht. Om dit te verklaren, moet je een nieuw onderzoek bedenken.

WB OPDRACHT 22 T/M 27 BLZ. 21

WB PRACTICUM 9 BLZ. 34

▼ **Afb. 32** Kiemplantjes van tuinkers.



1 de proefgroep gekweekt in het licht

2 de controlegroep gekweekt in het donker

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt negen levenskenmerken van organismen noemen.

- Stofwisseling: alle omzettingen van de ene stof in de andere stof in een organisme.
- Negen levenskenmerken zijn:
 - stofwisseling (ademhaling, voeding en uitscheiding);
 - groei (ontwikkeling);
 - reageren op prikkels (beweging);
 - voortplanting.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt het verschil beschrijven tussen een levensloop en een levenscyclus.

- Een individu heeft een levensloop, doordat voor elk individu het leven eindigt met de dood.
- Een soort heeft een levenscyclus: doordat individuen zich voortplanten, blijft de soort bestaan.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt beschrijven dat organismen zijn opgebouwd uit organisatieniveaus.

- Bij een organisme kunnen de volgende organisatieniveaus van klein naar groot voorkomen:
 - Cel: alle organismen bestaan uit een of meer cellen.
 - Weefsel: een groep cellen met dezelfde bouw en dezelfde functie(s).
Voorbeelden: beenweefsel, bindweefsel, spierweefsel, zenuwweefsel.
Bij veel weefsels komt tussencelstof voor tussen de cellen.
 - Orgaan: een deel van een organisme met een of meer functies.
Een orgaan bestaat uit verschillende weefsels.
 - Orgaanstelsel: een groep samenwerkende organen die samen een bepaalde functie hebben.
Voorbeelden: ademhalingsstelsel, bloedvatenstelsel, verteringsstelsel.
- Een organisme is zelf ook een organisatieniveau.

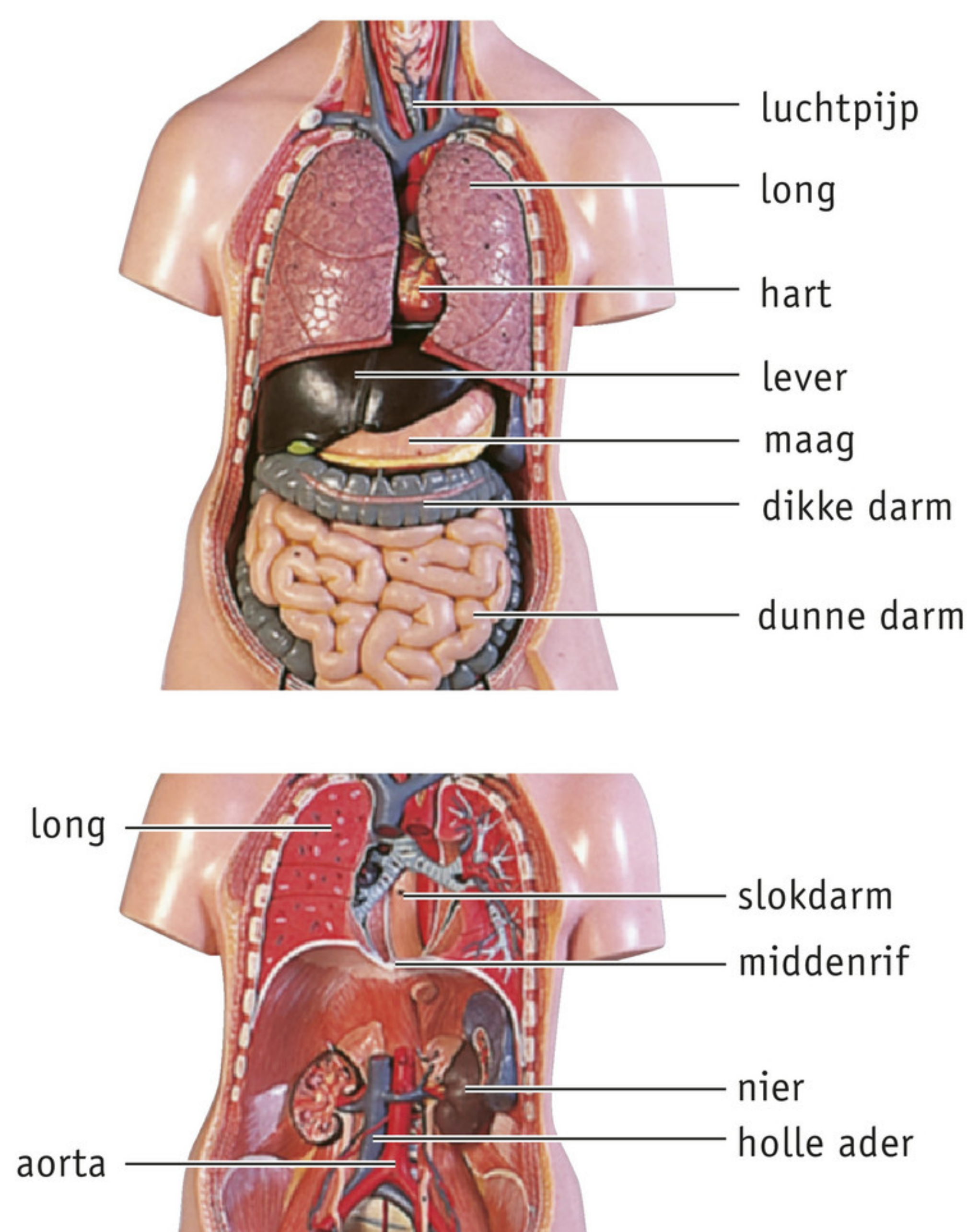
DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Je kunt in een afbeelding van de romp van een mens de organen benoemen.

- Het middenrif scheidt de romp van de mens in de borstholte en de buikholte.

▼ Afb. 33 Torso.

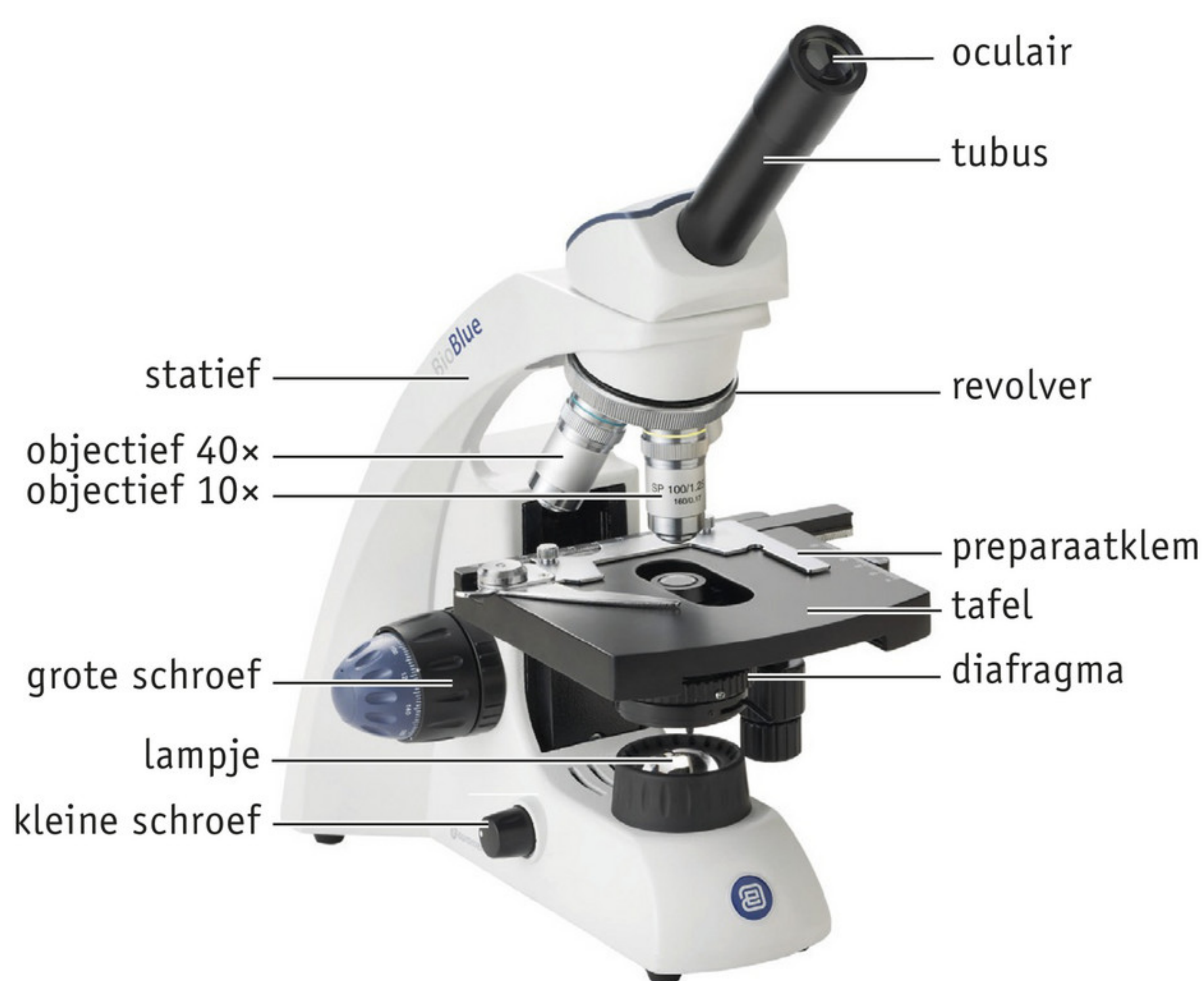


DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Je kunt in een afbeelding de onderdelen van een microscoop benoemen.

▼ Afb. 34 Microscoop.



DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt de delen benoemen van plantaardige en dierlijke cellen met hun kenmerken en functies.

- In cellen van planten en dieren komen de volgende delen voor:
 - Cytoplasma: bestaat uit water en opgeloste stoffen.
 - Celmembraan: een dun vlies om het cytoplasma.
 - Celkern: regelt alles wat er in de cel gebeurt.
 - Kernmembraan: dun vlies om de kern.
- In cellen van planten komen ook nog de volgende delen voor:
 - Celwand: een stevig laagje om de cel heen. Een celwand behoort niet tot de cel, maar is tussencelstof.
 - Intercellulaire ruimten: holten tussen de celwanden. Intercellulaire ruimten zijn gevuld met lucht of water.
 - Vacuole(n): blaasje(s) in het cytoplasma, gevuld met vocht. Jonge plantencellen hebben veel kleine vacuolen. Oudere plantencellen hebben één grote, centrale vacuole.
 - Korrels: in het cytoplasma kunnen korrels voorkomen. Bladgroenkorrels (groen): hierin vindt fotosynthese plaats. Kleurstofkorrels (geel, oranje of rood): geven bloemen en vruchten hun kleur. Zetmeelkorrels (kleurloos): hierin is zetmeel opgeslagen. Korrels kunnen van de ene soort overgaan in de andere soort.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Je kunt beschrijven wat de kenmerken van chromosomen zijn.

- Chromosomen liggen in de celkern en bestaan uit DNA en eiwit.
 - DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen (bijv. de oogkleur of een huid met sproeten).
- Elk soort organisme heeft een vast aantal chromosomen in elke celkern.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 46 chromosomen.

- In elke lichaamscel komen de chromosomen in paren voor.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.
 - Eén paar is bij mannen en vrouwen verschillend: XX bij een vrouw en XY bij een man.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

Je kunt beschrijven hoe een gewone celdeling (mitose) verloopt, wat het doel van de mitose is en wat de kenmerken ervan zijn.

- Doel: de vorming van nieuwe cellen voor groei, herstel en vervanging.
- Eerst deelt de kern zich, daarna de cel.
 - Vóór de mitose bestaat elk chromosoom uit één lange dunne keten van DNA met eiwitten. De chromosomen zijn niet zichtbaar.
 - Voordat de kerndeling begint, vormt elke DNA-keten een kopie van zichzelf.
- Kerndeling:
 - Aan het begin spiraliseren de DNA-ketens: de ketens worden korter en dikker. Hierdoor worden de chromosomen zichtbaar met een microscoop.
 - Tijdens de kerndeling worden de DNA-ketens van elk chromosoom van elkaar getrokken.
 - Er ontstaan twee kernen. Elk chromosoom bevat nu weer één DNA-keten.
- Celdeling: scheiding van het cytoplasma door de vorming van een membraan tussen beide kernen.
 - Er zijn nu twee dochtercellen ontstaan. De chromosomen worden weer onzichtbaar.
- Kenmerken mitose: doordat elk chromosoom (met het DNA) in de moedercel is gekopieerd:
 - bevat elke dochtercel dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel;
 - bevat elke dochtercel evenveel chromosomen als de moedercel.
- Plasmagroei: na de celdeling vormt elke dochtercel extra cytoplasma. Hierdoor wordt elke dochtercel net zo groot als de moedercel.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 7

Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en beoordelen.

- Een biologische probleemstelling zet je om in een onderzoeksvraag.
 - Een onderzoeksvraag moet je nauwkeuriger formuleren dan een probleemstelling.
- De verwachting is het antwoord dat je verwacht op de onderzoeksvraag. Je voorspelt het resultaat van je onderzoek.

- Voordat je het onderzoek start, maak je een werkplan.
 - Proeven moet je met grote aantallen organismen uitvoeren.
 - Per proef mag je slechts één factor onderzoeken (alle overige omstandigheden moeten gelijk zijn).
 - Bij proeven werk je met een proefgroep en een controlegroep.
- Na afloop van de proef vergelijk je de resultaten van de proefgroep en de controlegroep met elkaar
 - Resultaten: je geeft je waarnemingen overzichtelijk weer, o.a. in tabellen en diagrammen.
 - Een conclusie trekken: je vergelijkt de resultaten met je verwachting.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geleerd preparaten te maken en preparaten te kleuren.
- Je hebt geoefend in het werken met de microscoop.
- Je hebt geoefend in het maken van tekeningen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een laborant microbiologie en een biomedisch analist.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- Enkele processen bij de mens zijn ademhalen, groeien en ontwikkelen.
Welke van deze processen zijn levenskenmerken?
 A Alleen ademhalen en groeien.
 B Alleen groeien en ontwikkelen.
 C Zowel ademhalen, groeien als ontwikkelen.
- Bij welke organismen komt het levenskenmerk uitscheiden voor?
 A Alleen bij dieren.
 B Alleen bij planten.
 C Bij alle organismen.

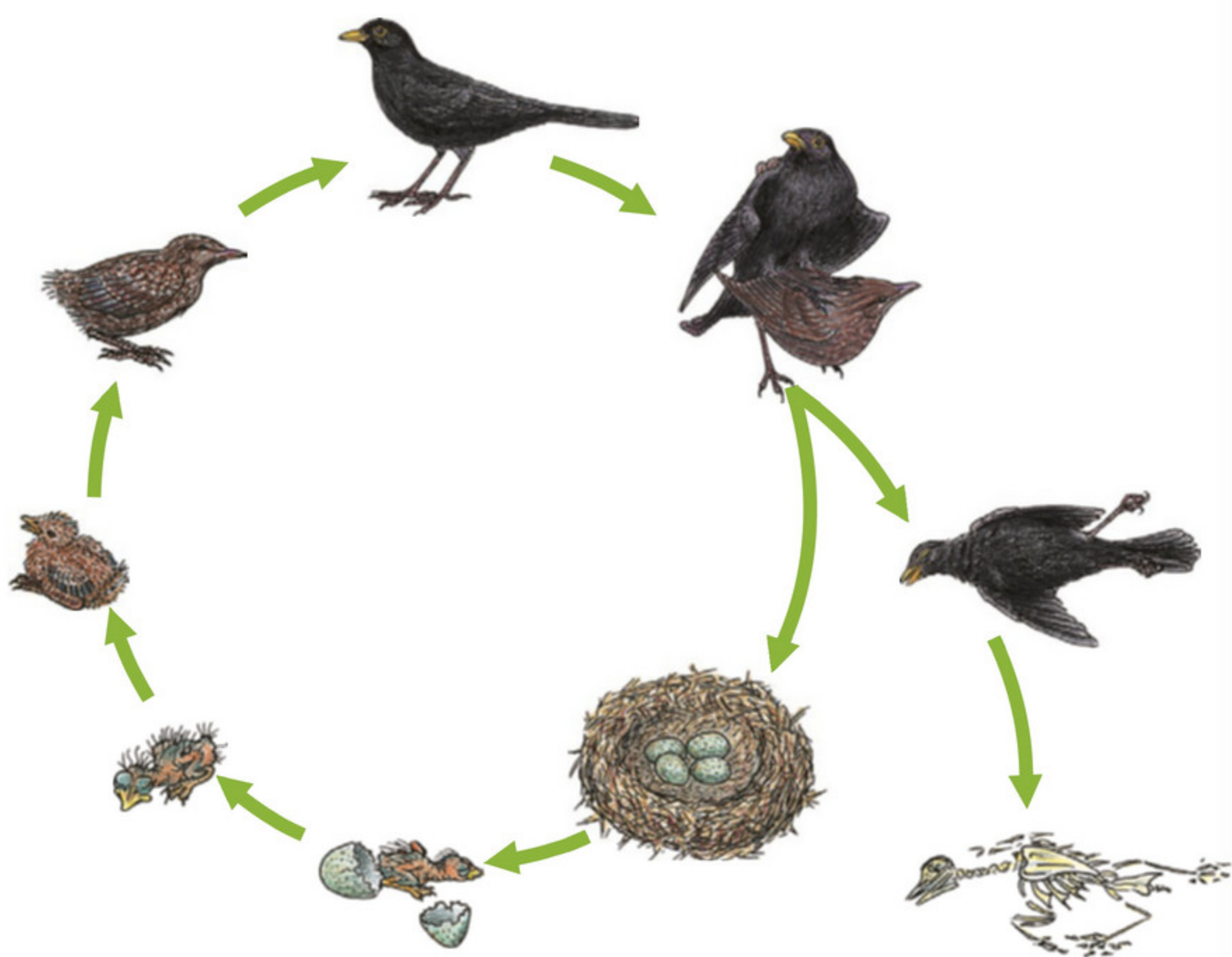
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen. Gebruik daarbij afbeelding 35.

- In de afbeelding zie je tekeningen van merels met pijlen die steeds ronddraaien.
Wat wordt hiermee bedoeld?
 A De levensloop van de merel.
 B De levenscyclus van de merel.
 C De ontwikkeling van de merel.

▼ Afb. 35 Merel.



- Vanaf de parende merels gaat een pijl naar een merel die doodgaat.
Wat wordt hiermee bedoeld?

- Dat het leven van een merel eindigt met de dood.
- Dat het mannetje na het paren altijd doodgaat.
- Dat merels na het paren doodgaan.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

- Hoe noem je een groep cellen met dezelfde bouw en dezelfde functie(s)?
- Bestaat de lever uit verschillende weefsels?
- Van welk organisatieniveau is het reptielenoog van afbeelding 36 een voorbeeld?
- Van welk organisatieniveau is de kever van afbeelding 37 een voorbeeld?
- Krijgen beenderen hun stevigheid vooral door de tussencelstof?
- Hoe noem je groep organen die samen een functie hebben?

▼ Afb. 36 Reptielenoog.



▼ Afb. 37 Kever.



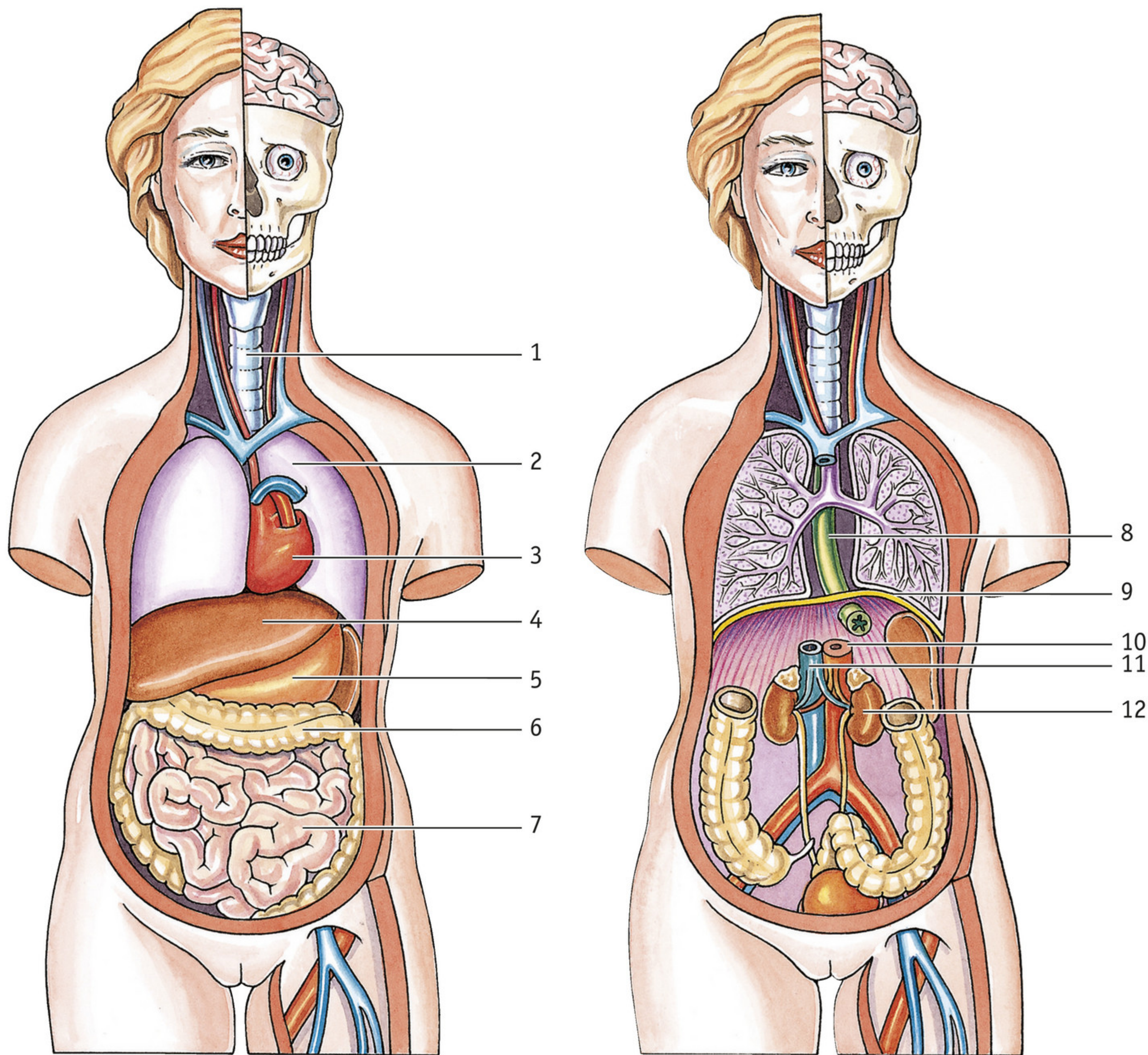
DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

- Hoe heten de delen van afbeelding 38? Noteer de namen bij de nummers.

▼ Afb. 38 Torso.



Lees de tekst van afbeelding 39 over de CT-scan van Julia.

▼ Afb. 39

CT-scan

Julia heeft in het ziekenhuis haar organen laten onderzoeken. Haar borst en buik zijn met een CT-scanner onderzocht op afwijkingen. Op de foto zie je haar in de CT-scanner liggen op een soort lade die langzaam door de ring glijdt. In de ring zit een apparaat dat met behulp van röntgenstralen heel veel dwarsdoorsneden van haar lichaam maakt. Deze dwarsdoorsneden heten CT-scans en zijn zichtbaar op een beeldscherm. De arts beoordeelt de CT-scans. 'Het was best wel eng in die ring. Ik zat

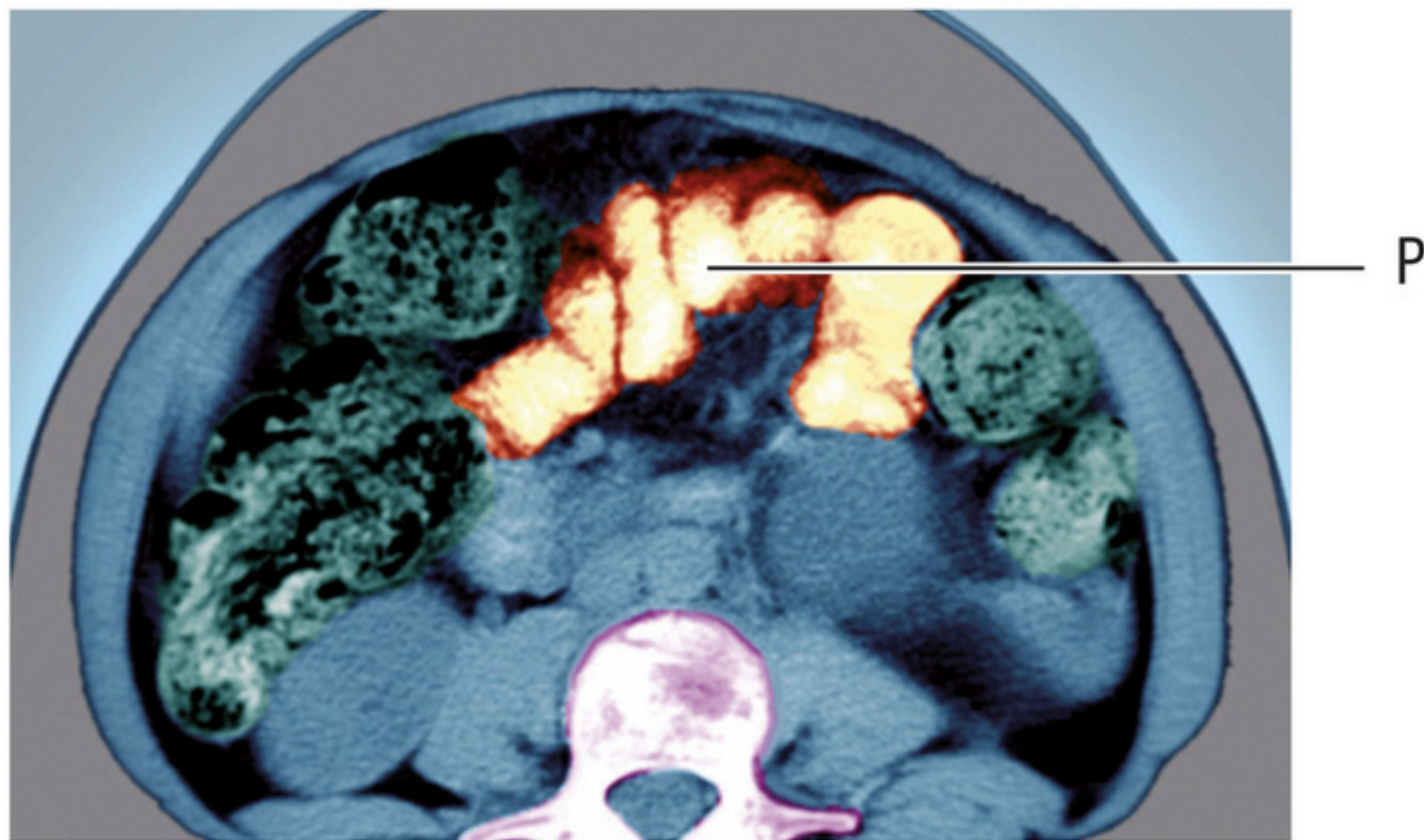


drie kwartier helemaal opgesloten,' zegt Julia. 'Gelukkig kon ik naar mijn eigen muziek luisteren en was er niets ernstigs aan de hand.'

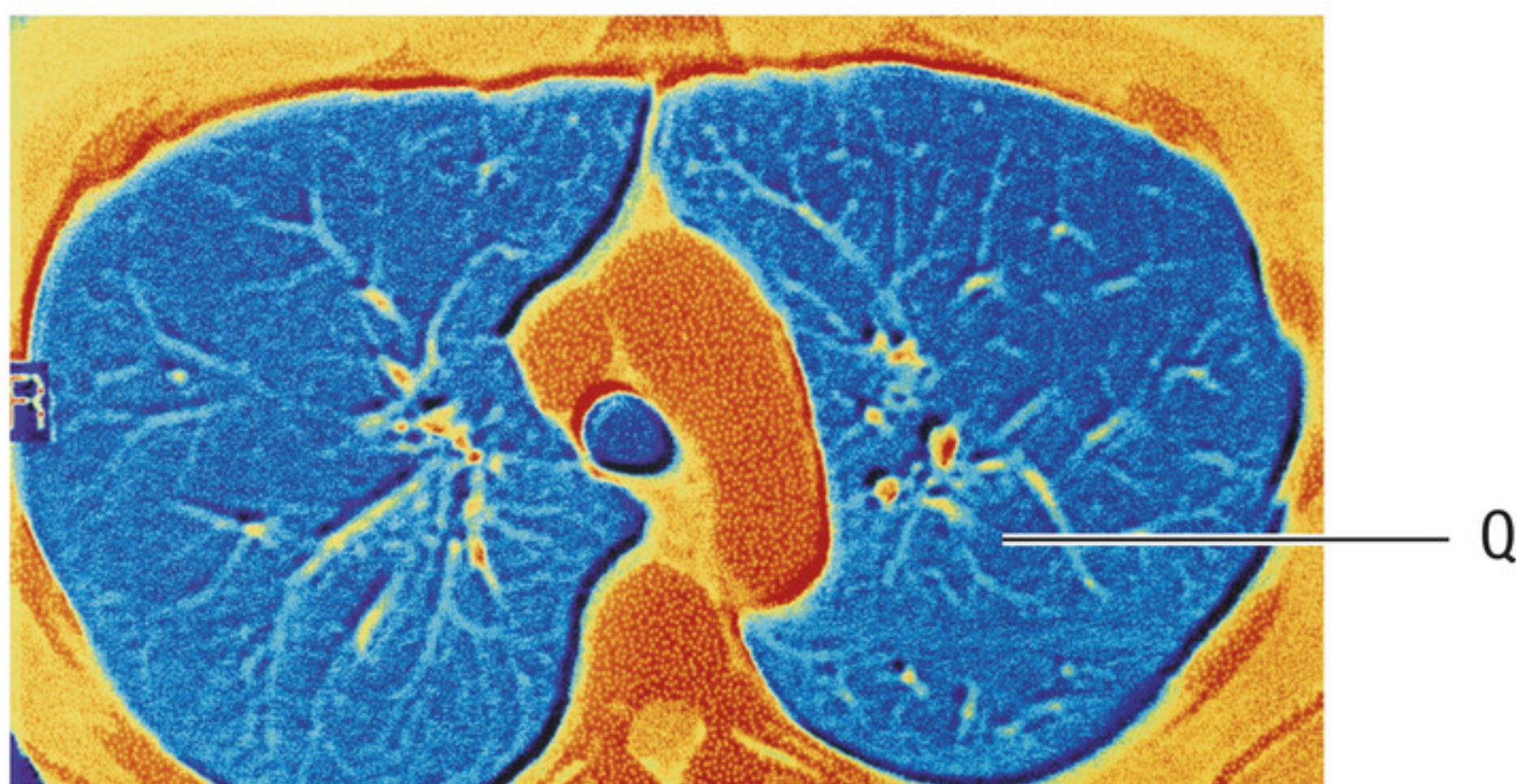
In afbeelding 40 zijn twee CT-scans van Julia weergegeven.

- 2 Is scan 1 van de borstholte gemaakt of van de buikholte?
- 3 Welk orgaan is aangegeven met P?
- 4 Is scan 2 van de borstholte gemaakt of van de buikholte?
- 5 Welk orgaan is aangegeven met Q?

▼ **Afb. 40** CT-scans.



scan 1

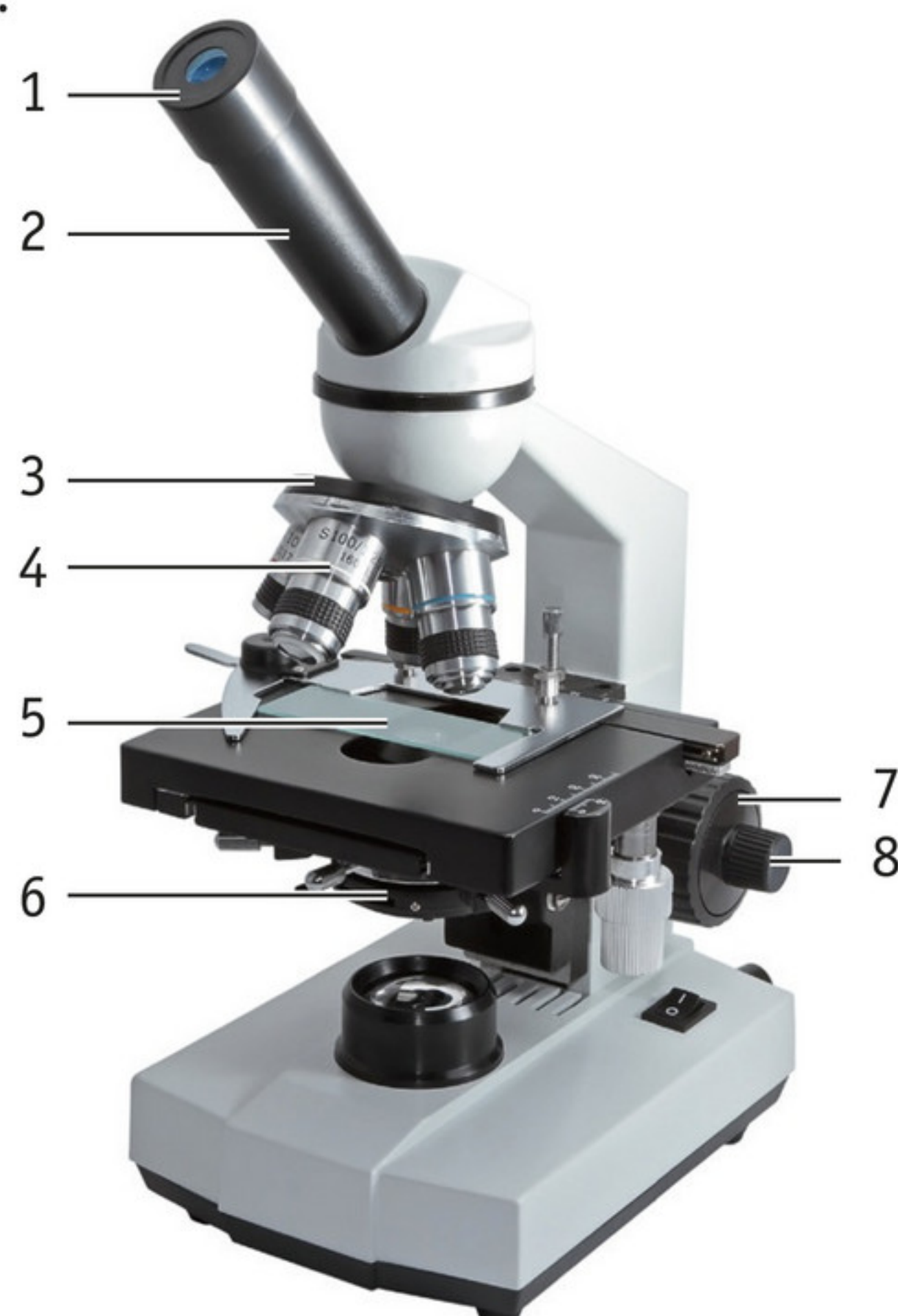


scan 2

DOELSTELLING 5 BASISSTOF 3

In afbeelding 41 zie je een microscoop. Noteer de namen van de aangegeven delen.

► **Afb. 41** Microscoop.



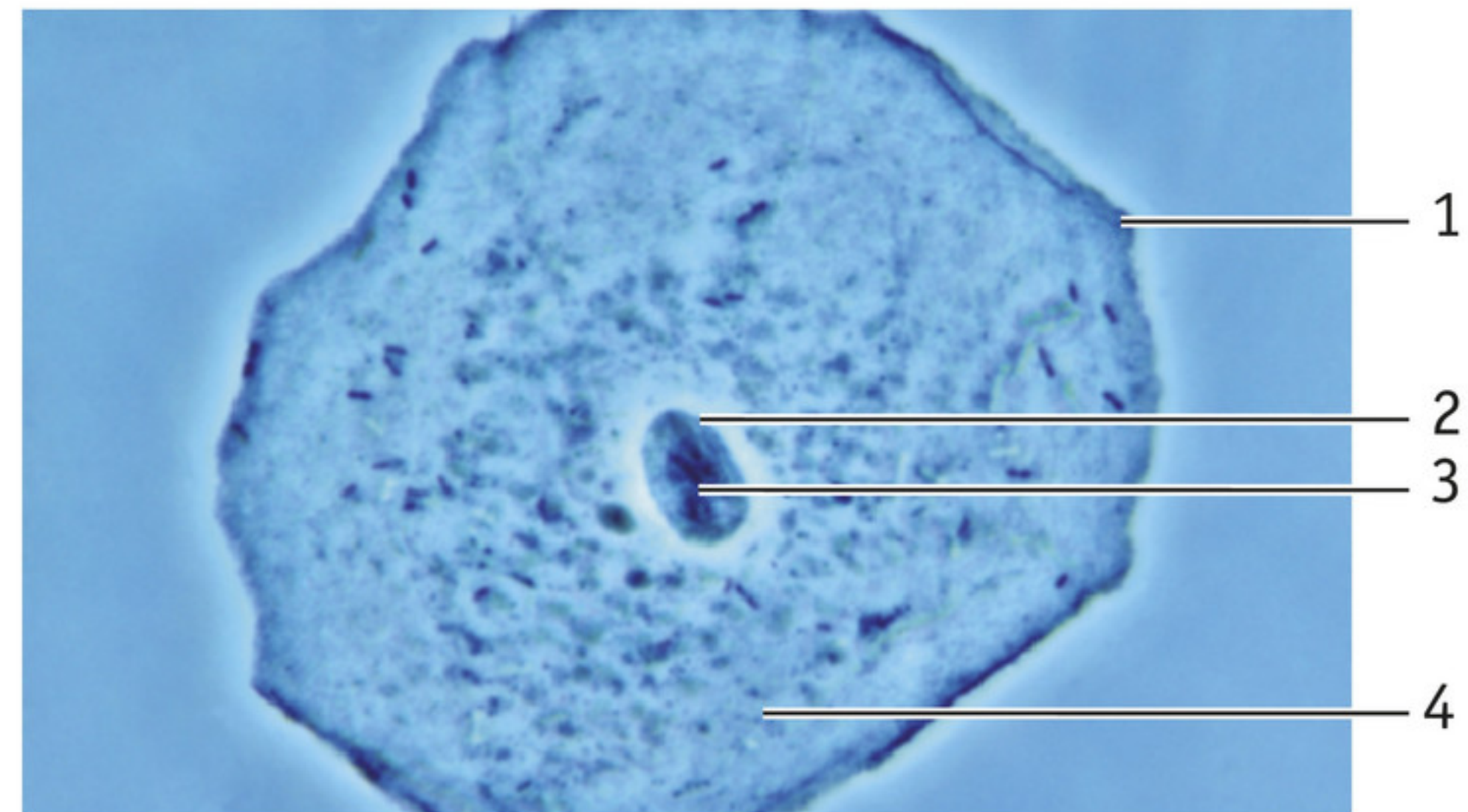
DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 42 zie je een foto van een dierlijke cel. Hoe heet het deel dat is aangegeven met nummer 2?
 - A Celmembraan.
 - B Celwand.
 - C Kernmembraan.
 - D Kernwand.
- 2 Welke van de genummerde delen in afbeelding 42 kun je ook in plantaardige cellen aantreffen?
 - A Alleen de delen 1 en 2.
 - B Alleen de delen 2 en 3.
 - C Alleen de delen 1, 3 en 4.
 - D De delen 1, 2, 3 en 4.

▼ **Afb. 42** Microscopische foto.



- 3 Drie leerlingen doen een bewering over tussencelstof bij planten. Felix beweert dat celwanden tussencelstof zijn. Mohammed beweert dat celmembranen tussencelstof zijn. Tobias beweert dat vacuolen tussencelstof zijn. Wie heeft gelijk?
 - A Geen van deze leerlingen.
 - B Felix.
 - C Mohammed.
 - D Tobias.

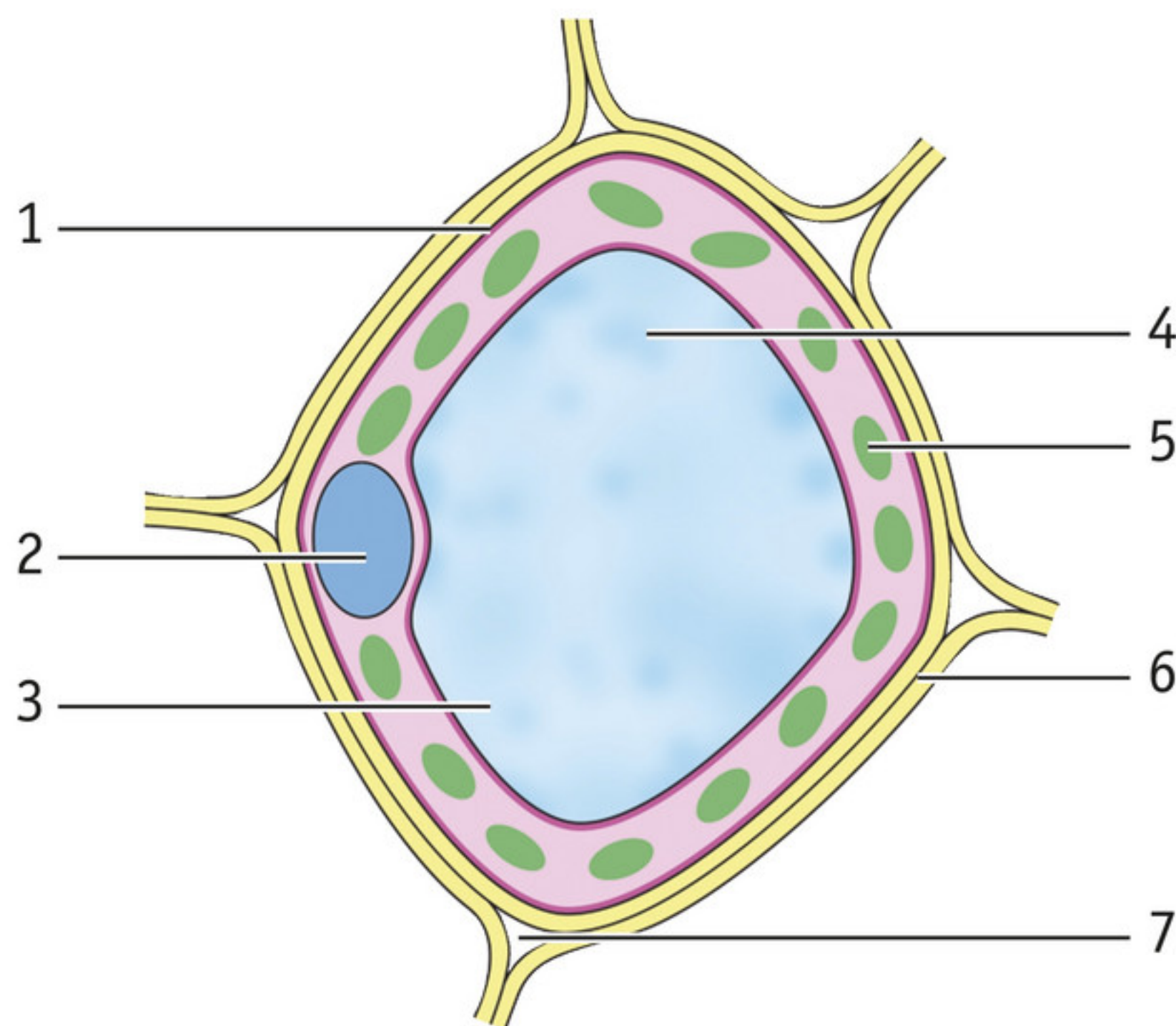
In afbeelding 43 is een plantaardige cel schematisch getekend. Vraag 4 en 5 gaan over deze afbeelding.

- 4 Plantencellen bevatten stevige delen, waardoor de cellen moeilijk te verteren zijn. Planteneters hebben dan ook een lang darmkanaal. Het darmkanaal van een koe is wel veertig meter lang. Met welk deel is dit stevige deel van een plantencel aangegeven?
 - A Met deel 1.
 - B Met deel 2.
 - C Met deel 5.
 - D Met deel 6.

5 In welk deel van de afbeelding bevinden zich de chromosomen?

- A In deel 2.
- B In deel 3.
- C In deel 4.
- D In deel 5.

▼ Afb. 43 Plantaardige cel.



6 Drakenfruit is de eetbare vrucht van een cactus. Als de vrucht rijp wordt, verandert de schil van kleur (zie afbeelding 44).

Welke verandering in de korrels is hiervan de oorzaak?

- A Bladgroenkorrels zijn overgegaan in kleurstofkorrels.
- B Bladgroenkorrels zijn overgegaan in zetmeelkorrels.
- C Kleurstofkorrels zijn overgegaan in zetmeelkorrels.
- D Zetmeelkorrels zijn overgegaan in kleurstofkorrels.

▼ Afb. 44 Drakenfruit (pitaja).



1 onrijpe vrucht



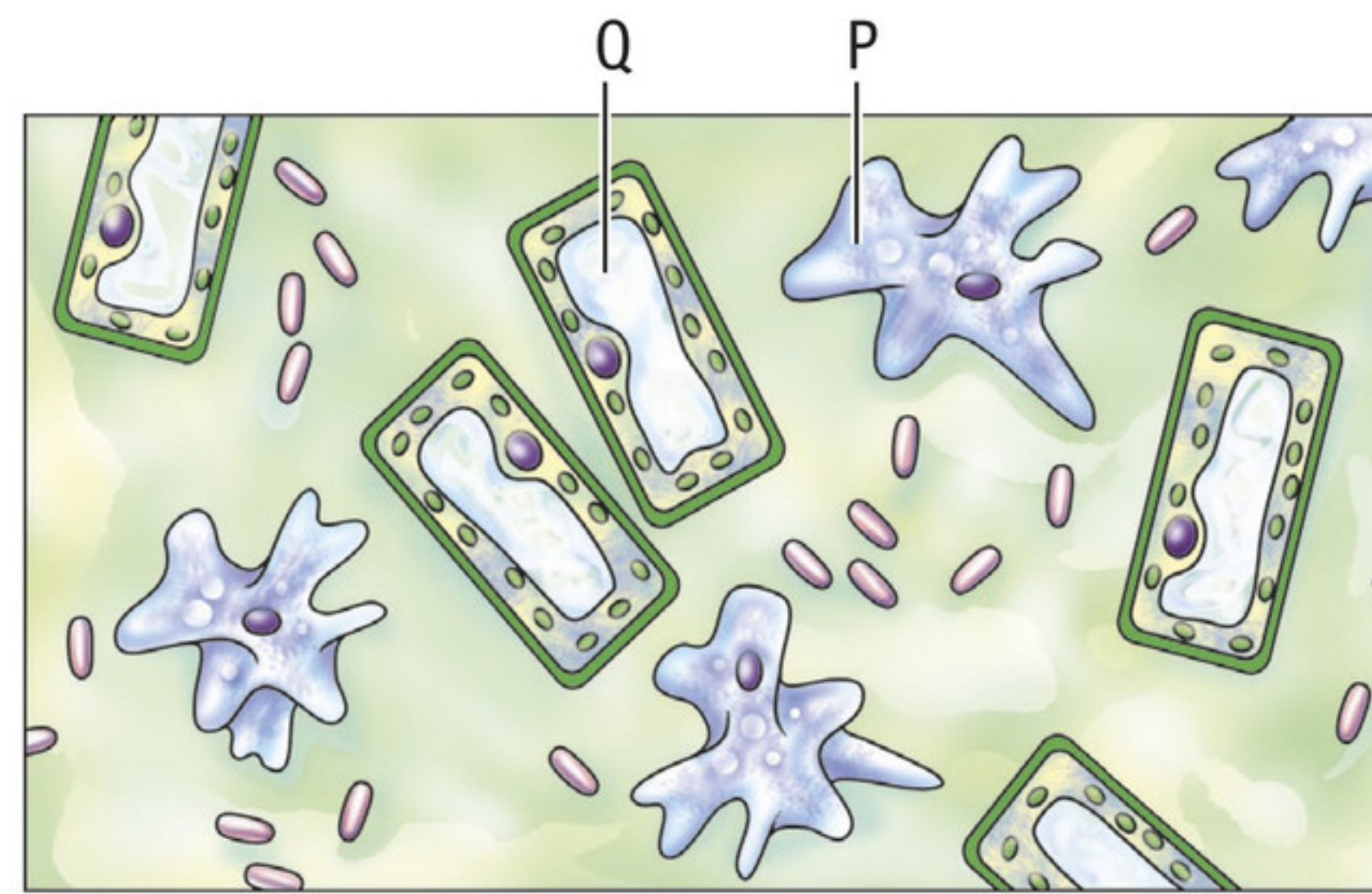
2 rijpe vrucht

7 In de dunne darm wordt voedsel verteerd. Van de inhoud van de dunne darm is een microscopisch preparaat gemaakt. In afbeelding 45 zijn enkele cellen uit dit preparaat getekend bij een vergroting van 400×.

Welk van de cellen P of Q is lastiger te verteren voor mensen? Waarom?

- A P, want de cel heeft een celkern.
- B P, want de cel heeft een onregelmatige vorm.
- C Q, want de cel heeft een celwand.
- D Q, want de cel heeft een grote, centrale vacuole.

▼ Afb. 45 Cellen.



DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende vragen.

Op de foto van afbeelding 46 zie je Jos. Hij heeft bruin haar. Uit bepaalde cellen in de hoofdhuid van Jos groeit dit haar. Een bruine haarkleur is een erfelijke eigenschap.

► Afb. 46 Jos heeft bruin haar.



- 1 Welke stof in een hoofdhuidcel bevat de informatie voor deze erfelijke eigenschap?
- 2 Stel dat de cel uit afbeelding 42 een cel van Jos is. Welk nummer uit deze cel bevat de informatie voor de erfelijke eigenschappen van Jos?
- 3 Bevatten beide chromosomen van een chromosomenpaar dezelfde erfelijke informatie?
- 4 Hoeveel chromosomen bevat een hoofdhuidcel van Jos?
- 5 Hoeveel chromosomenparen bevat een hoofdhuidcel van Jos?
- 6 Bevat een zenuwcel van Jos de erfelijke informatie voor de bruine haarkleur?

In afbeelding 47 zie je een zeenaaktslak. Deze slak heeft 26 chromosomen in een cel van de huid.

- 7 Zijn alle chromosomen in een zenuwcel van deze slak verschillend van vorm?

▼ **Afb. 47** Zeenaaktslak.



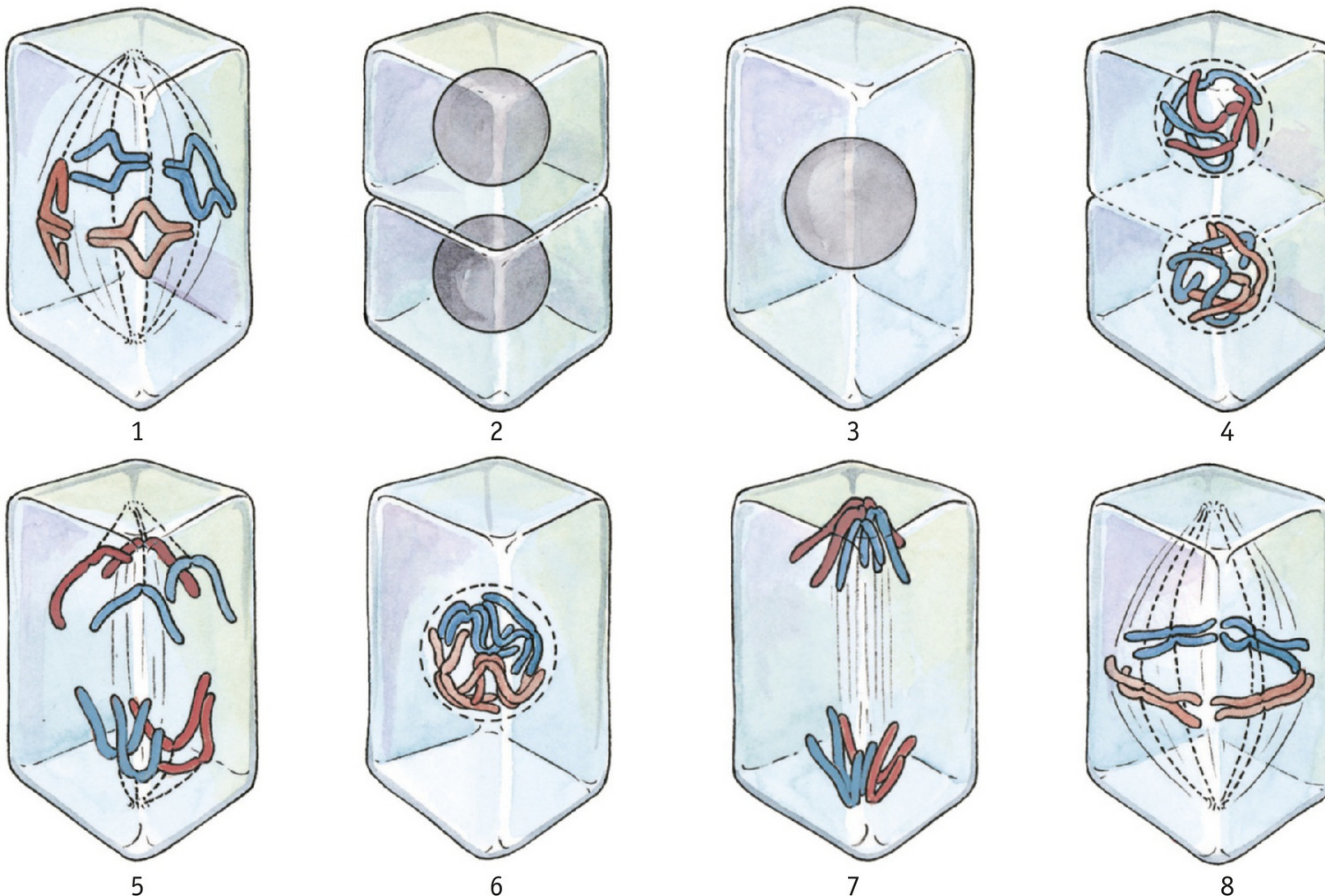
DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Waarvoor vindt in het lichaam van een gezonde 90-jarige vrouw nog mitose plaats?
- 2 Zijn chromosomen zichtbaar in de periode tussen twee celdelingen in?
- 3 Aan het begin van een gewone celdeling worden de chromosomen korter en dikker.

▼ **Afb. 48** Acht fasen van een gewone celdeling.



Uit hoeveel DNA-ketens bestaat elk chromosoom op dat moment?

- 4 Bestaat een chromosoom vlak na een gewone celdeling uit één of uit twee DNA-ketens?
- 5 Hoeveel chromosomen bevat elke dochtercel na een gewone celdeling bij een mens?
- 6 Hoe komt het dat elke dochtercel na een gewone celdeling dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen bevat als de moedercel?
- 7 Waardoor wordt elke dochtercel na afloop van een gewone celdeling even groot als de moedercel?
- 8 In afbeelding 48 zijn acht fasen van een gewone celdeling schematisch getekend. Wat is de juiste volgorde van deze fasen?

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 7

Als je een bosje bloemen koopt, krijg je daar vaak een zakje snijbloemenvoedsel bij (zie afbeelding 49). Vera wil onderzoeken of tulpen met snijbloemenvoedsel langer houdbaar zijn. In afbeelding 50 staan zeven stappen van het onderzoek dat zij uitvoert in willekeurige volgorde in een tabel. Bij elke stap staat een letter.

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Met welke letter is de onderzoeksvraag aangegeven?
- 2 Met welke letter is de verwachting aangegeven?
- 3 Met welke letter is de conclusie aangegeven?
- 4 Welke bos tulpen is de controlegroep: bos 1 of bos 2?

▼ Afb. 49 Zakje snijbloemenvoedsel.

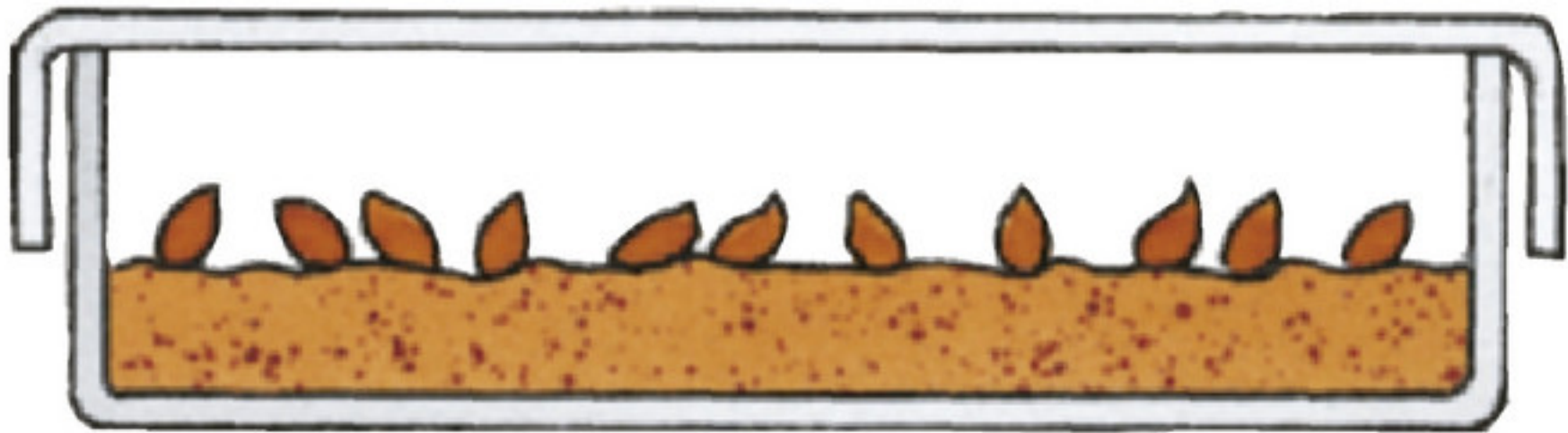


▼ Afb. 50 Tulpen.

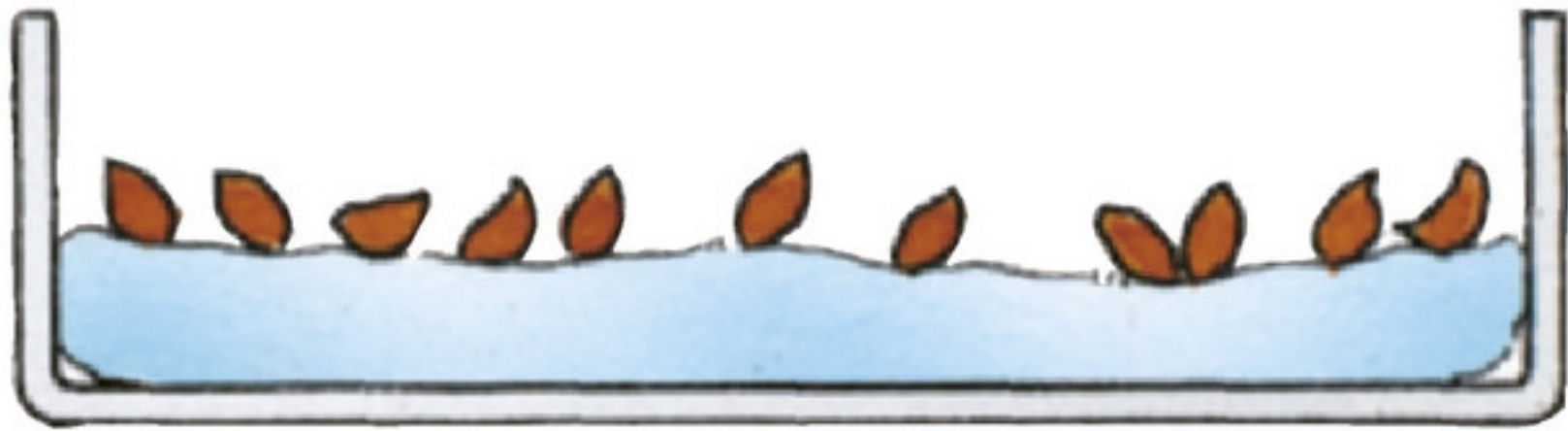
A	Vera neemt twee even grote vazen met evenveel water. Ze doet in een van de vazen een zakje snijbloemenvoedsel. Daarna doet ze in beide vazen een bosje met vijf tulpen. Ze zorgt ervoor dat beide bossen tulpen evenveel licht, lucht en warmte krijgen. Ze noteert van welke bos het eerst van drie tulpen een of meer bloemblaadjes zijn afgevallen.	
B	Zijn snijbloemen langer houdbaar met snijbloemenvoedsel?	
C	Snijbloemen zijn langer houdbaar met snijbloemenvoedsel.	
D	Zullen de bloemblaadjes van tulpen met snijbloemenvoedsel later afvallen dan de bloemblaadjes van tulpen zonder snijbloemenvoedsel?	
E	Vera denkt dat de bloemblaadjes van tulpen met snijbloemenvoedsel later afvallen dan de bloemblaadjes van tulpen zonder snijbloemenvoedsel.	
F	 Bos 1: tulpen in water met snijbloemenvoedsel. Van een van de tulpen is een bloemblaadje gevallen.	 Bos 2: tulpen in water zonder snijbloemenvoedsel. Van vier tulpen zijn een of meer bloemblaadjes gevallen.

- 5 Bij een onderzoek naar de ontkieming van zaden worden in vier schalen droge zaden gedaan (zie afbeelding 51). Welke van de schalen moeten met elkaar worden vergeleken om de invloed van de temperatuur op de ontkieming van zaden na te gaan?
- 6 Merlijn leest dat smartphones straling uitzenden, vooral als je ermee belt (zie afbeelding 52). Smartphones draag je dicht op je lichaam. Merlijn wil onderzoeken of tuinkerszaden dichtbij smartphones waarnaar wordt gebeld, langzamer kiemen dan tuinkerszaden zonder deze invloed. Schrijf een kort werkplan voor dit onderzoek.

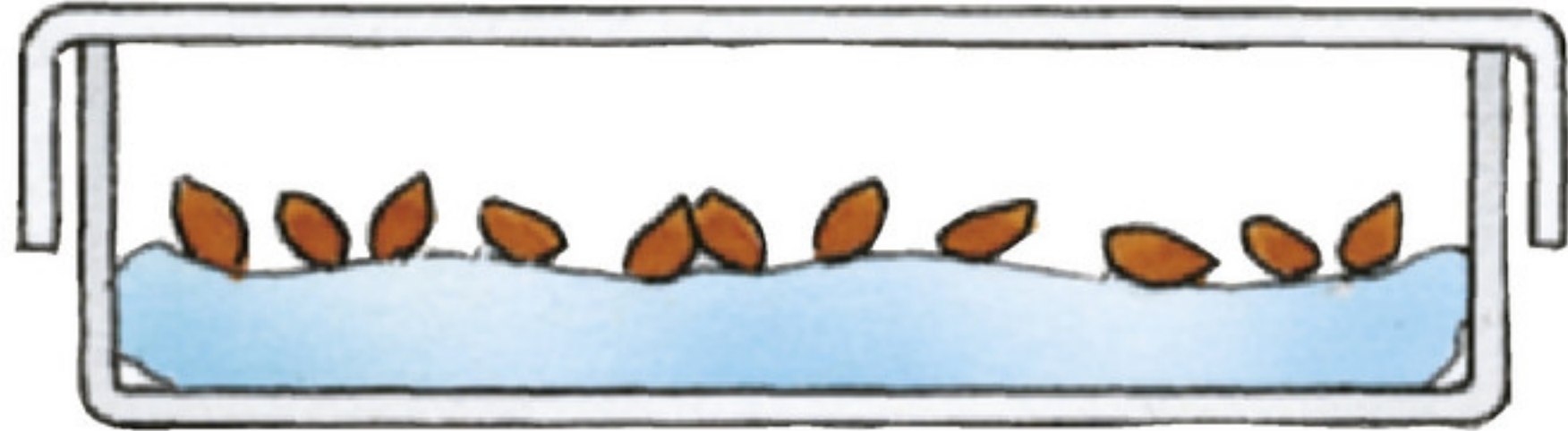
▼ Afb. 51 Onderzoek naar de ontkieming van zaden.



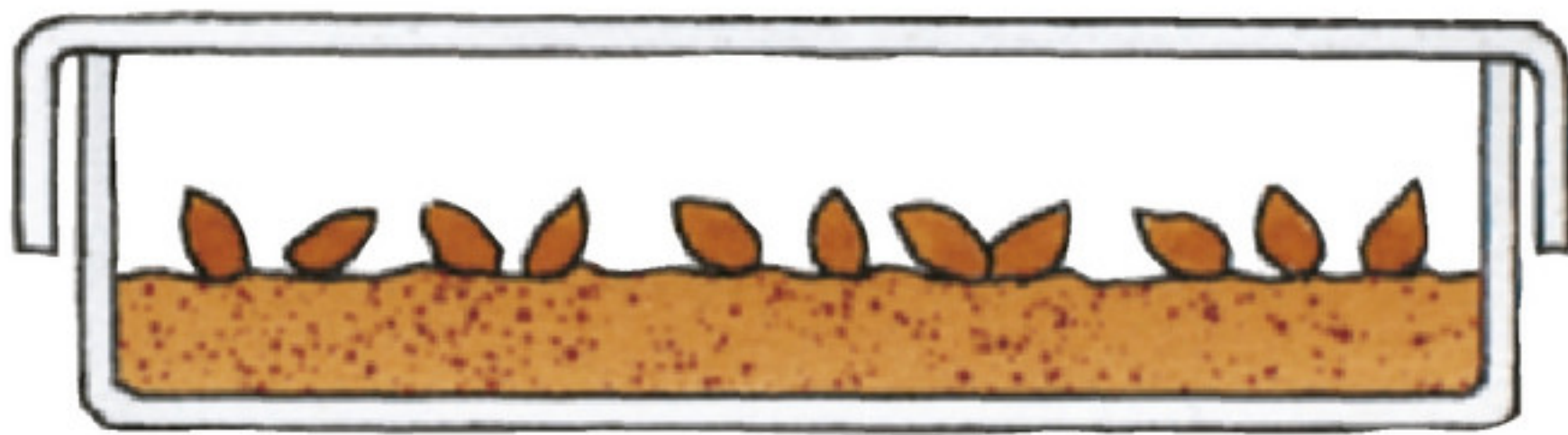
1 natte aarde: temperatuur 20 °C



2 natte watten: temperatuur 6 °C



3 natte watten: temperatuur 20 °C



4 natte aarde: temperatuur 6 °C

▼ Afb. 52 Smartphone.



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Vechtsport en organen

Noor en Ibrahim doen aan vechtsport (zie afbeelding 53). Ze vertellen waarom ze het leuk vinden en welke blessures je bij deze sport kunt oplopen.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 39

▼ Afb. 53

Meestal gaat het goed

Noor is opgegroeid met judo. Al vanaf haar zesde gaat Noor naar judo met een vriendin. Noor vertelt: 'Het is een leuke sport en je leert jezelf goed te verdedigen. Het is wel een contactsport waardoor bepaalde blessures regelmatig voorkomen. Schaafwonden en blauwe plekken bijvoorbeeld, maar dat is meestal niet ernstig. Bij wedstrijden gaat het er fanatieker aan toe dan tijdens trainingen. Maar er zijn duidelijke regels om de deelnemers te beschermen en om blessures te voorkomen. Je leert bijvoorbeeld goed te vallen. Toch gaat het ook wel eens mis. Tijdens mijn tweede wedstrijd brak ik mijn arm bij het vallen. Een vriendin kreeg een hersenschudding toen zij werd gevloerd en liep een keer een spierscheuring op. Doordat haar spier scheurde, kon zij zes weken niet trainen. Gelukkig kwam alles weer goed. De kans op blessures bij vechtsporten zoals judo en karate is niet groter dan bij andere sporten.'



Ibrahim gaat al zes jaar naar de sportschool in de buurt om te kickboksen. Hij traint vijf keer per week. 'Best vaak,' zegt Ibrahim, 'maar ik heb het er voor over. In deze sport moet je discipline hebben. Dan toon je ook respect voor je trainer. Respect en discipline zijn belangrijk bij kickboksen. Je moet je goed kunnen beheersen in deze sport, want bij kickboksen loop je meer risico op ernstige blessures. Vooral tijdens de wedstrijden loop je risico. Als je afweerteknik niet goed is, kunnen de slagen, stoten en trappen hard aankomen. In het ergste geval kun je blijvende hersenschade oplopen of schade aan je oog. Door een flinke stoot kun je blauwe plekken krijgen of botten breken. Kickboksen is wel een risicovechtsport. Gelukkig gaat het meestal goed.'

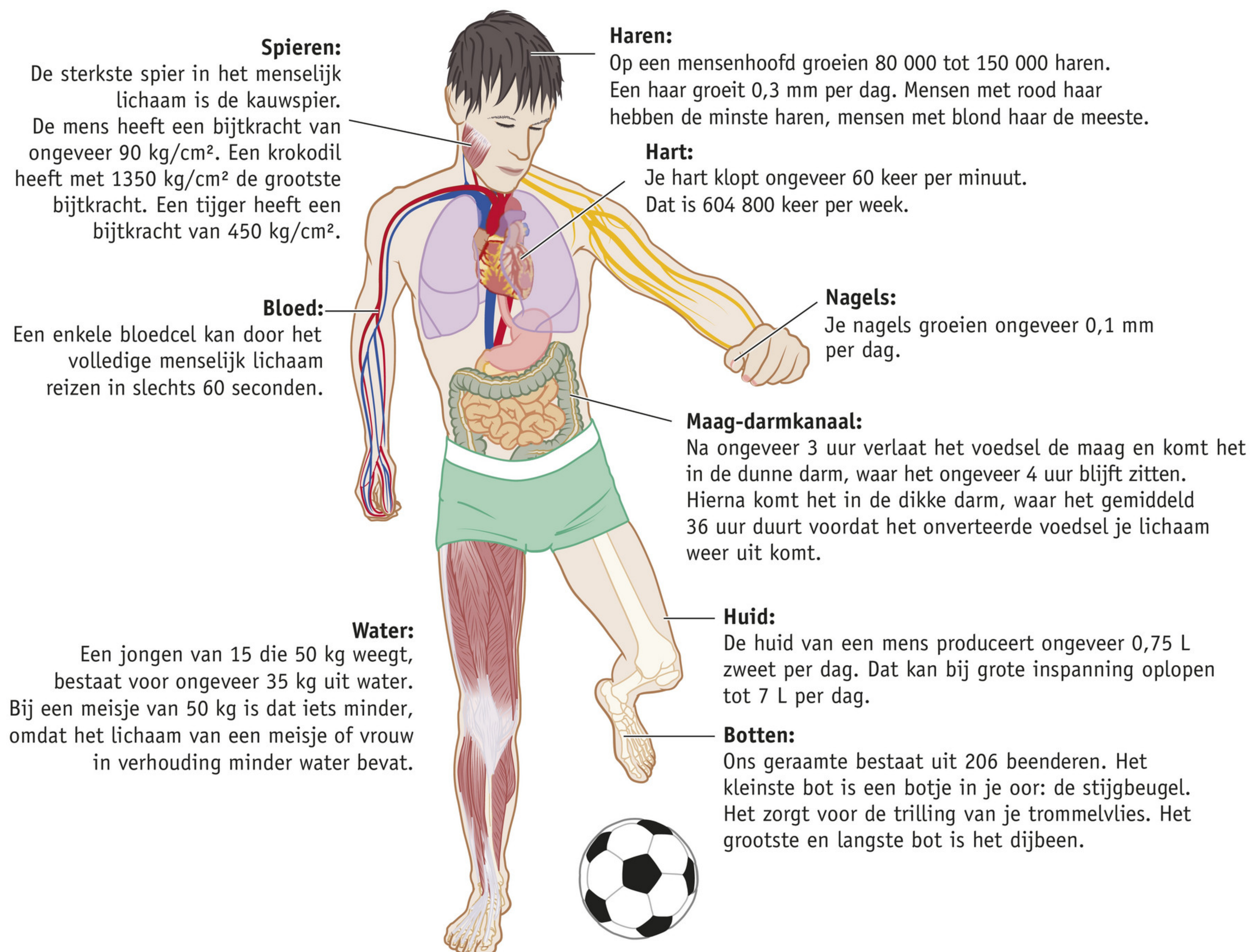


2 Het menselijk lichaam in getallen

In afbeelding 54 zie je allerlei feitjes over het menselijk lichaam. Je gaat hiermee berekeningen uitvoeren. Je leest bijvoorbeeld hoe snel je haren per dag groeien. Je rekent dan uit hoeveel je haar in een jaar groeit.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 42

▼ **Afb. 54** Feiten over het menselijk lichaam.



PLUSSTOF

3 Virussen

In de basisstof heb je geleerd dat organismen levenskenmerken hebben en dat organismen bestaan uit cellen. **Virussen** vertonen niet alle levenskenmerken en ze bestaan niet uit cellen. In deze verrijkingstof leer je meer over virussen. Je gaat hierover vragen beantwoorden.

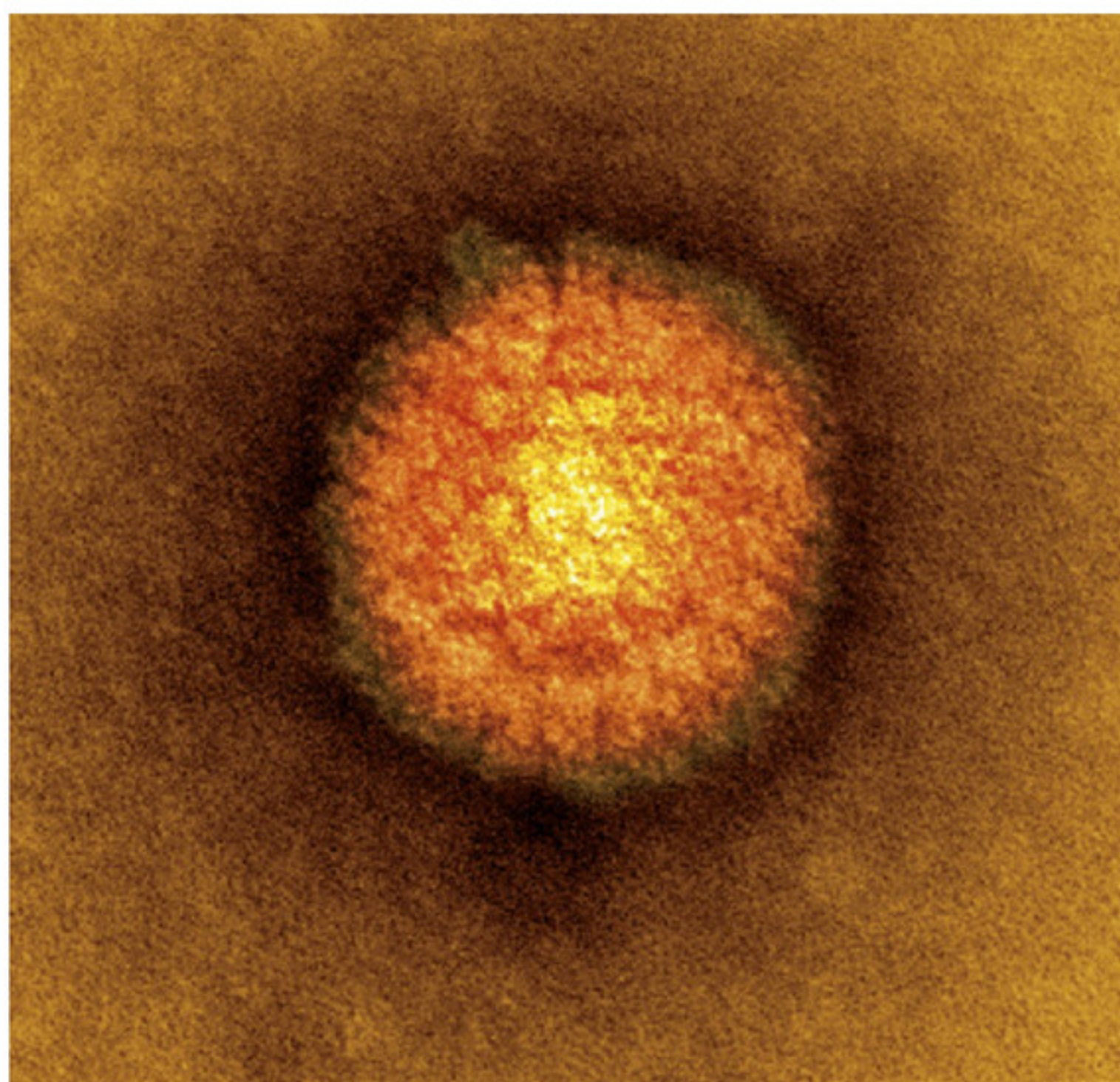
BOUW VAN EEN VIRUS

Virussen zijn erg klein, veel kleiner dan bacteriën. Virussen kun je niet met een gewone microscoop zien. Alleen met behulp van een speciale elektronenmicroscoop zijn virussen zichtbaar te maken. In afbeelding 55.1 zie je zo'n foto van een virus.

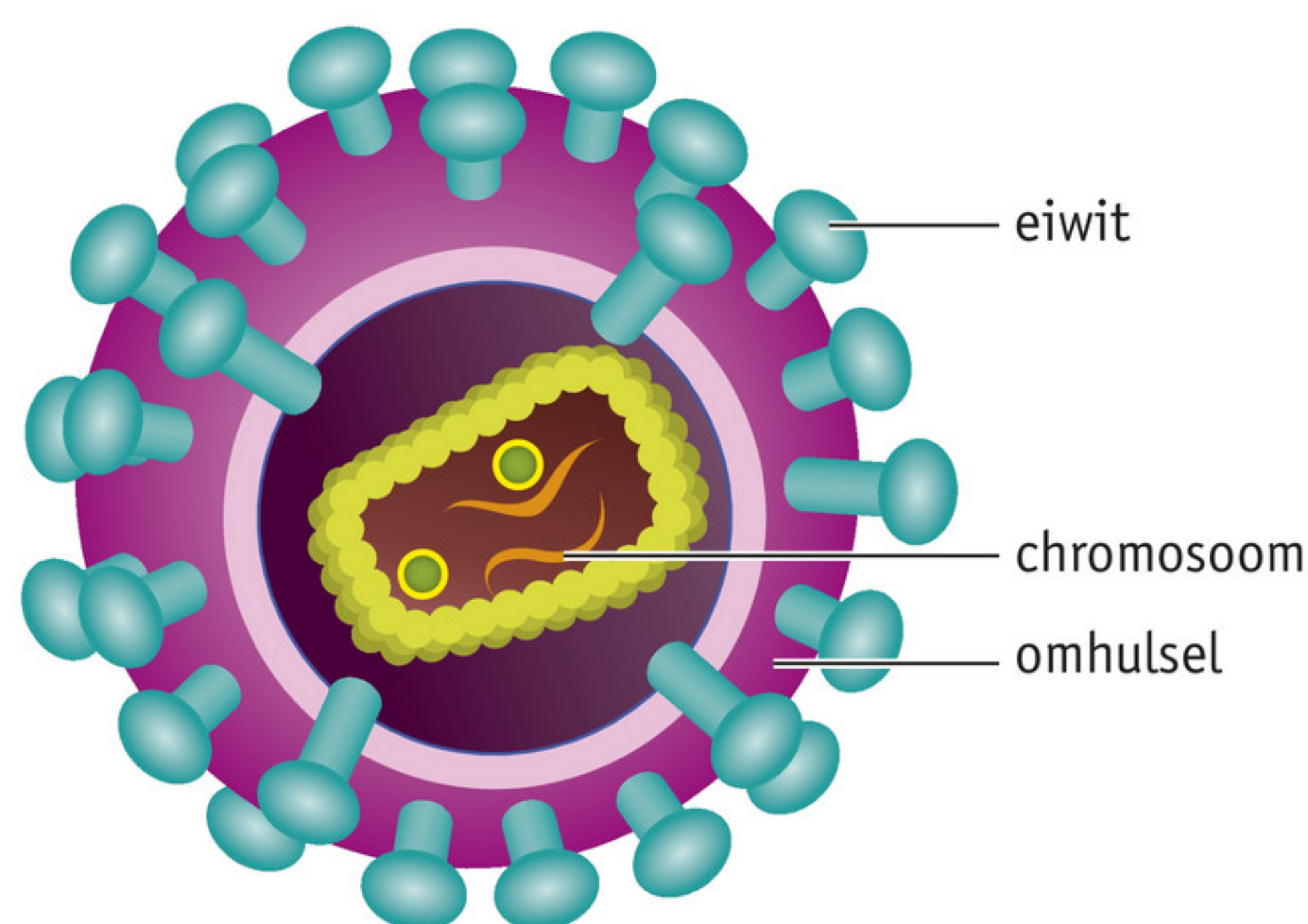
Virussen bevinden zich in het grensgebied tussen levend en levenloos. Alle organismen bestaan uit cellen, maar virussen niet. Virussen hebben ook geen cytoplasma, zoals organismen.

Een virus is eenvoudig gebouwd. Een virus bestaat uit een soort chromosoom, met daaromheen een omhulsel van eiwitten (zie afbeelding 55.2).

▼ **Afb. 55** Virus.



1 elektronenmicroscopische foto (ingekleurd, vergroting 250 000x)

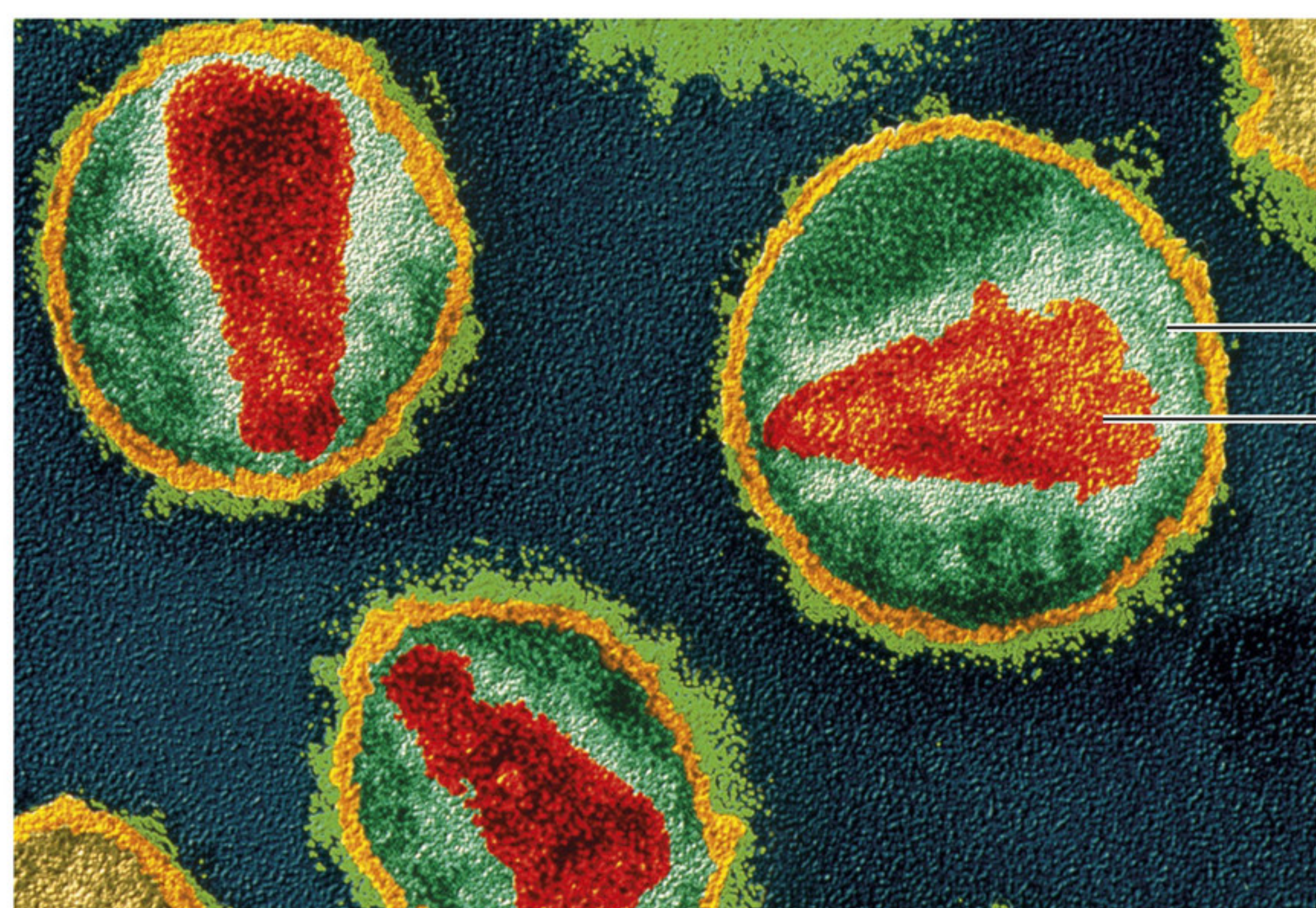


2 model van het virus dat de ziekte aids veroorzaakt

VOORTPLANTING VAN EEN VIRUS

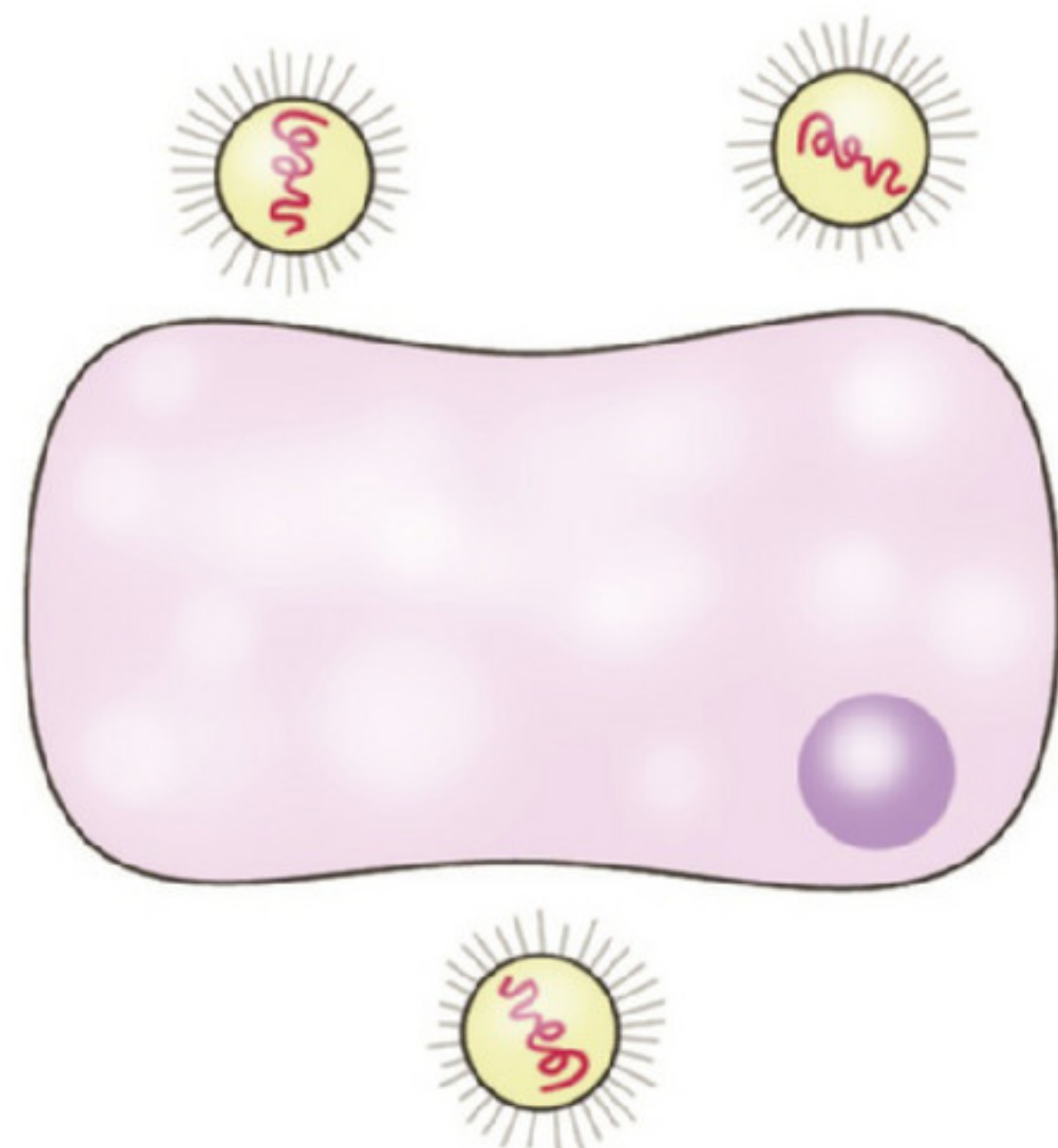
Een virus vertoont uit zichzelf nauwelijks levenskenmerken. Een virus kan zich bijvoorbeeld niet zelfstandig voortplanten. Elk soort virus heeft een speciale **gastheercel** nodig om zich voort te planten (zie afbeelding 56).

► **Afb. 56** Gastheercellen met het virus dat aids veroorzaakt (elektronenmicroscopische foto).

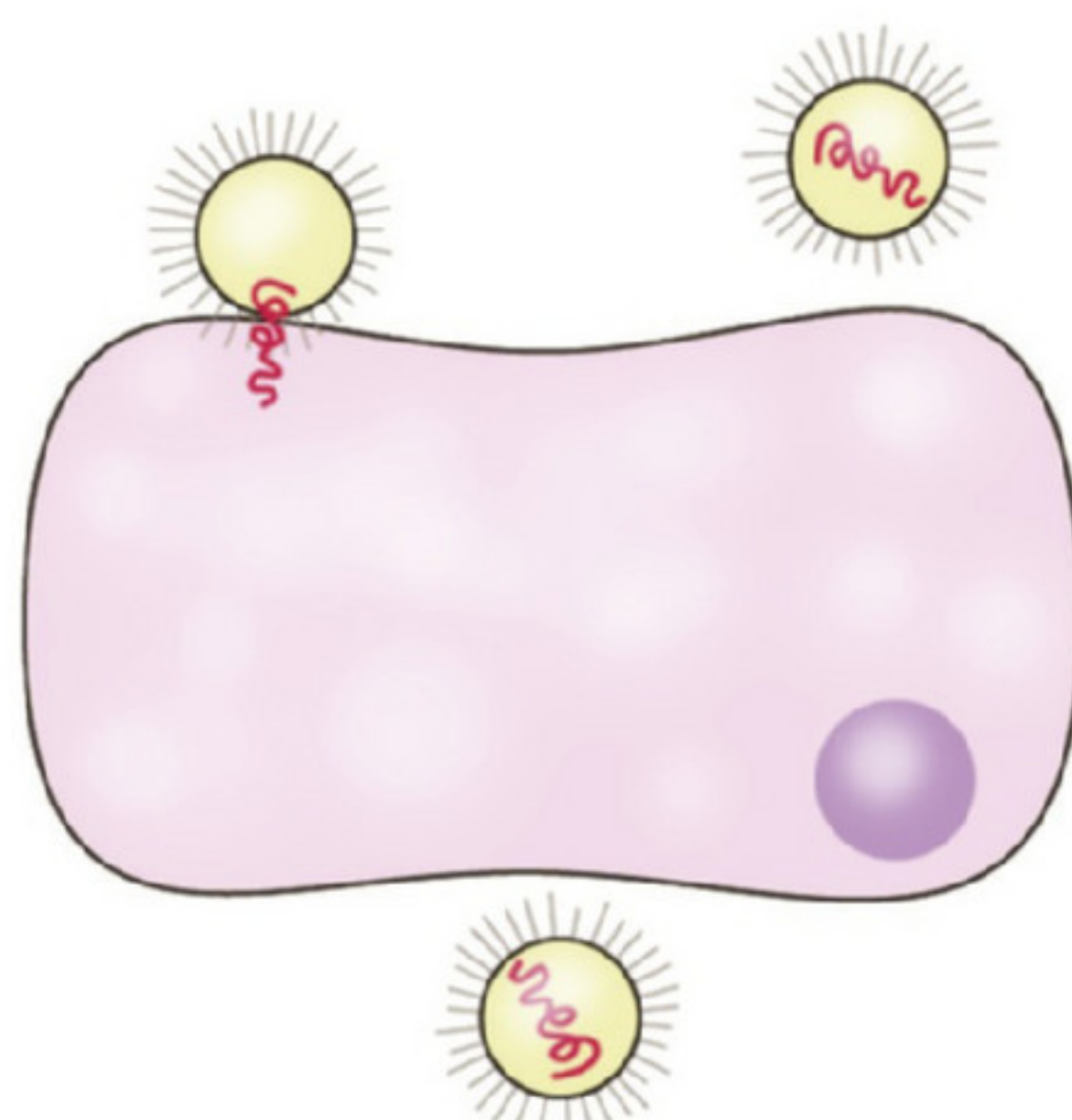


gastheercel
virus dat aids veroorzaakt

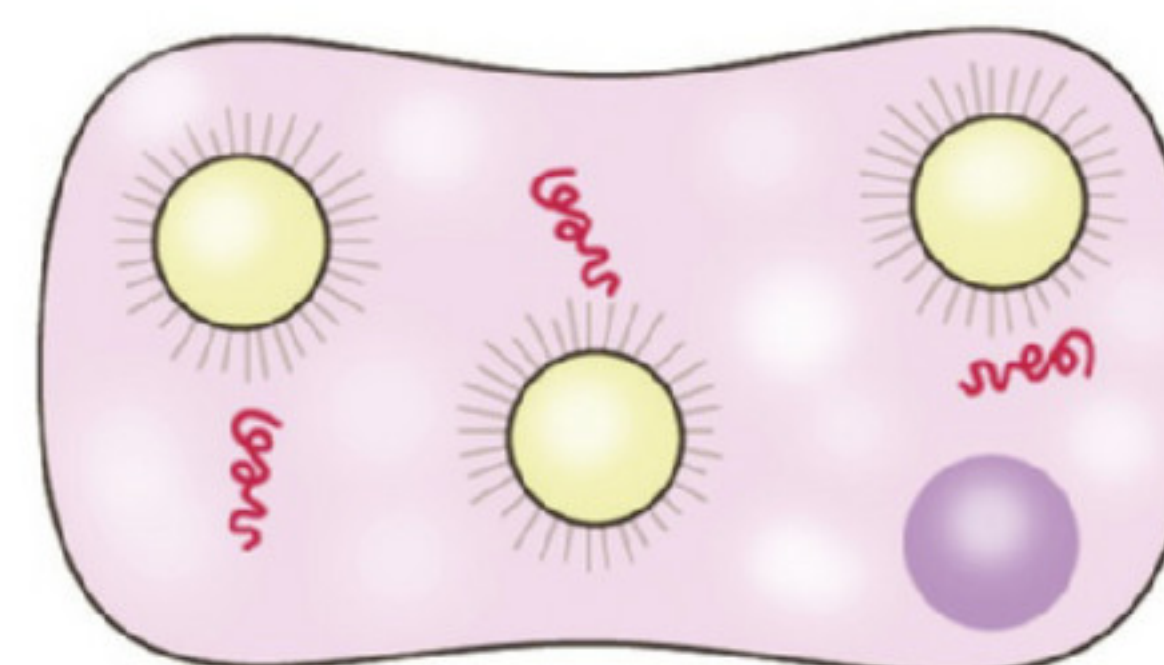
▼ **Afb. 57** De voortplanting van een virus in een gastheercel.



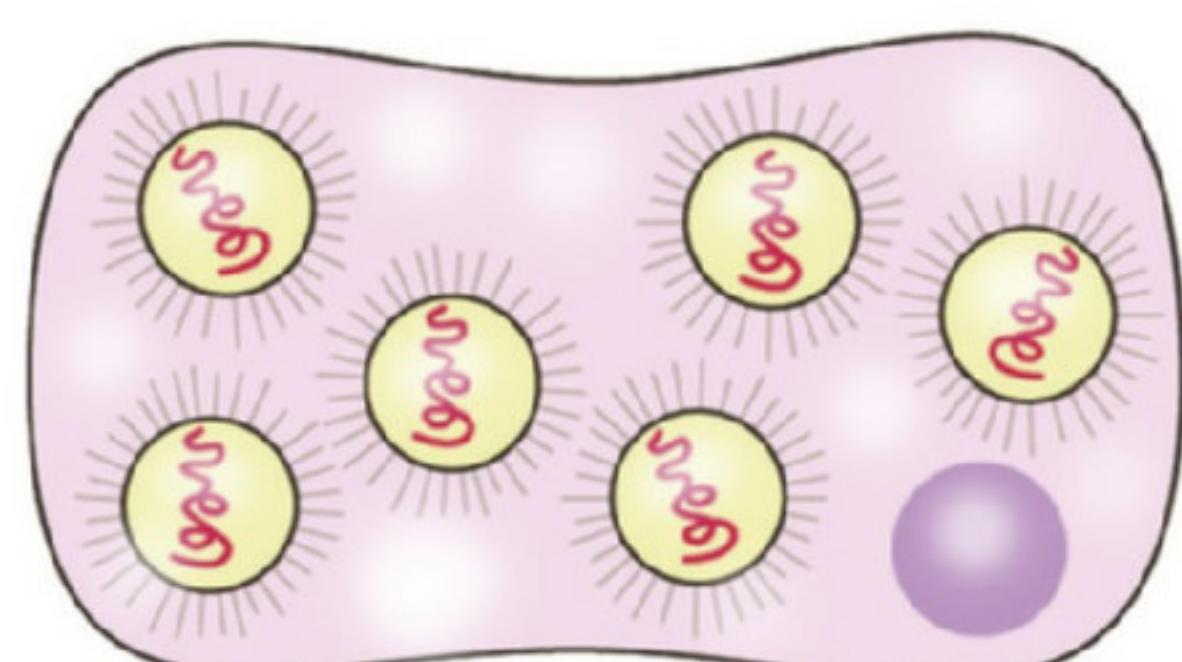
1 Een virus komt in aanraking met een cel van de gastheer.



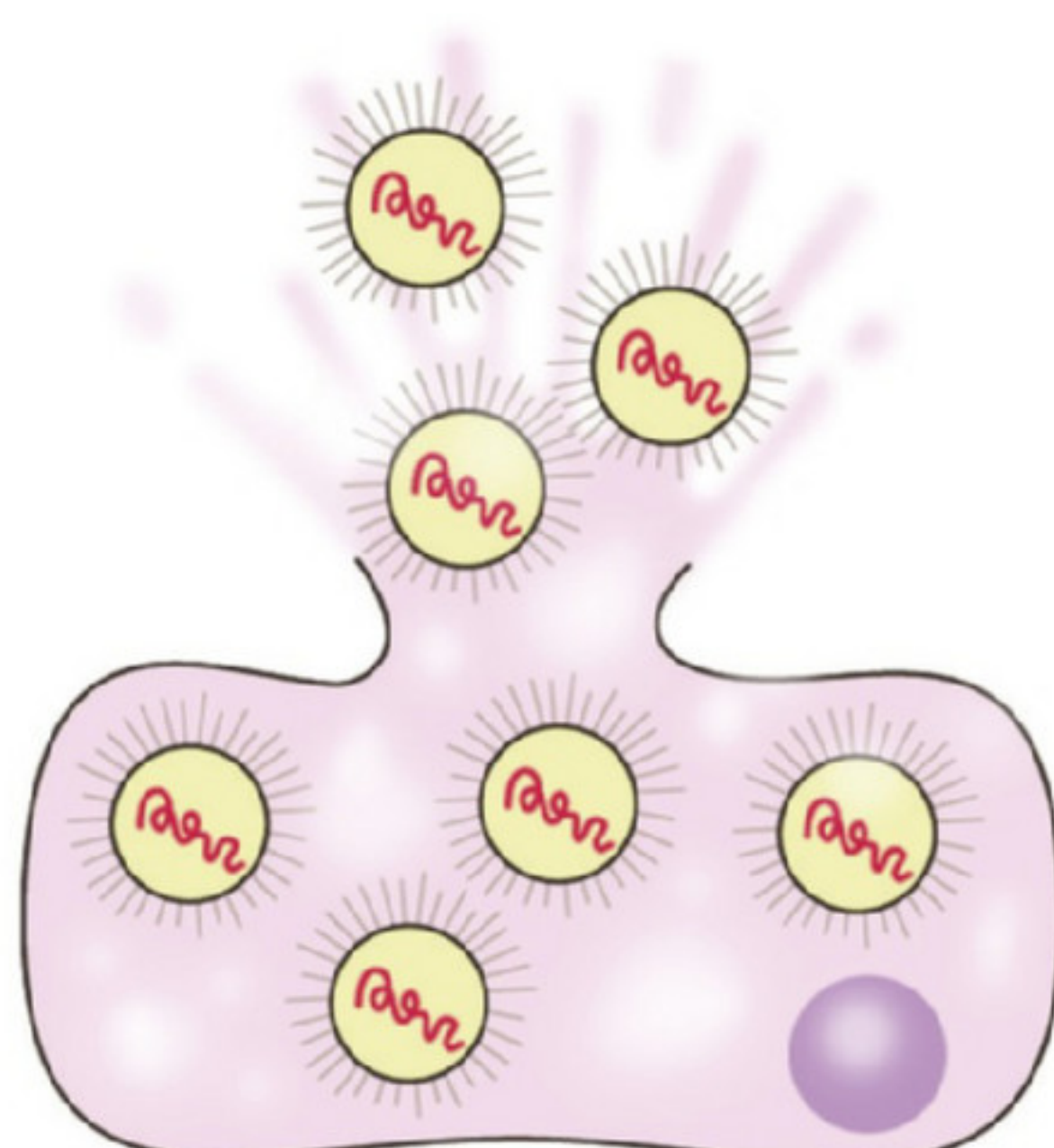
2 Het 'chromosoom' van het virus dringt de cel binnen.



3 De gastheercel gaat virusdelen maken.



4 In de gastheercel ontstaan nieuwe virussen.



5 De gastheercel gaat kapot; de nieuwe virussen komen vrij.

VIRUSZIEKTEN

Virussen kunnen hun gastheer ziek maken, doordat de cellen van de gastheer kapotgaan. Kinderverlamming (poliomyelitis) bijvoorbeeld wordt veroorzaakt door een virus. Dit virus gebruikt zenuwcellen van een mens (meestal een kind) als gastheercellen. Deze zenuwcellen gaan daardoor kapot. Dit kan verlammingen tot gevolg hebben.

Het **hiv** (**human immunodeficiency virus**) is de veroorzaker van aids (zie afbeelding 55.2). Dit virus gebruikt witte bloedcellen van de mens als gastheercellen. Bepaalde witte bloedcellen gaan daardoor dood. De functie van witte bloedcellen is het vernietigen van ziekteverwekkers. Doordat veel witte bloedcellen zijn vernietigd door het virus, heeft een aidspatiënt weinig of geen weerstand tegen ziekteverwekkers. Bij een aidspatiënt kunnen zich dan ook heel verschillende ziekteverschijnselen voordoen.

▼ **Afb. 58** Een koortslip.



Andere ziekten bij de mens die door virussen worden veroorzaakt, zijn onder andere griep, verkoudheid, mazelen, pokken, rodehond en koortslip (zie afbeelding 58). Met antibiotica kun je bacteriën bestrijden, maar virussen niet. Bij een virusinfectie moet de patiënt rust houden. Het lichaam kan het virus meestal zelf bestrijden.

Examentrainer

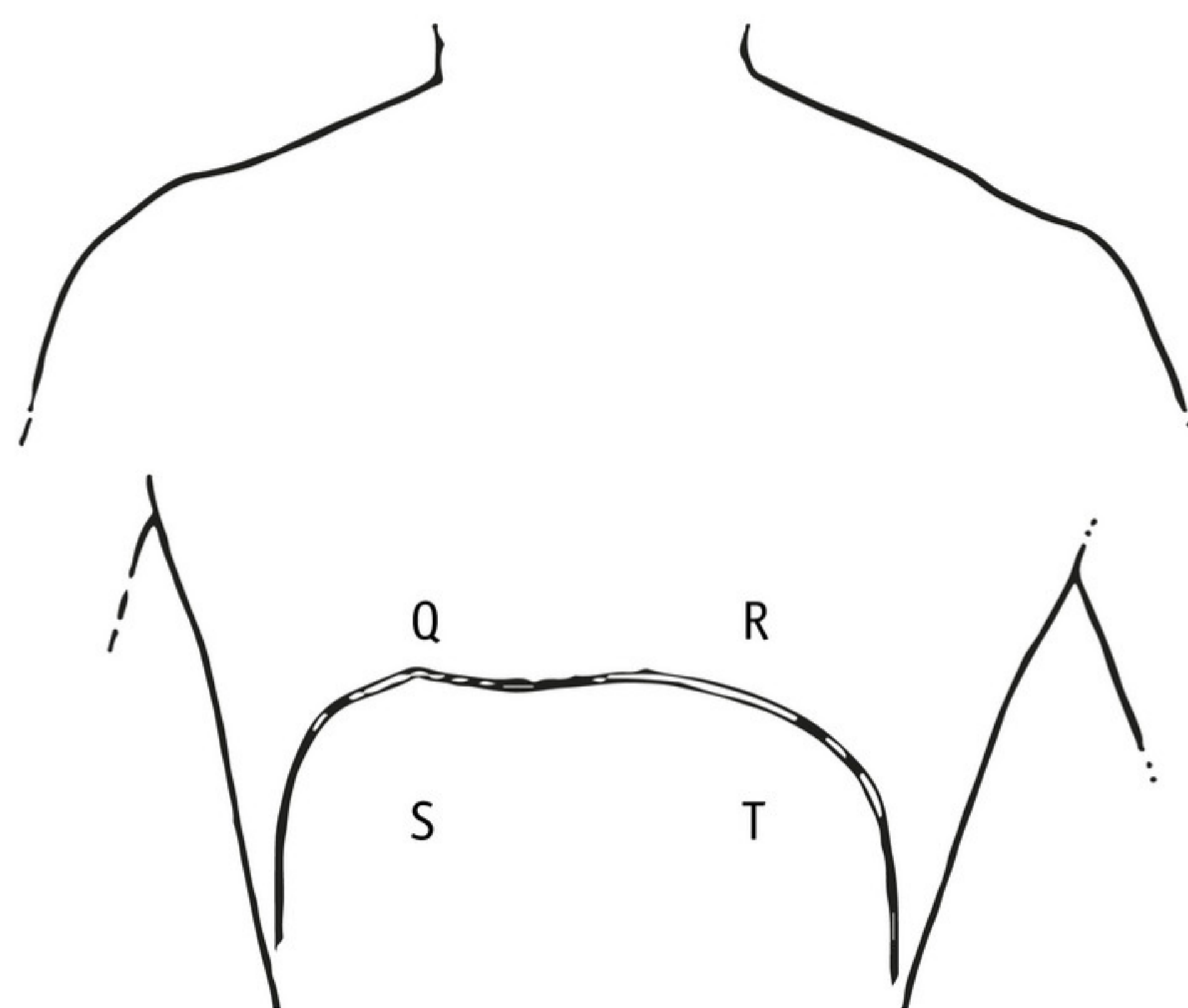
PCD

Naar: examen vmbo-gt 2012-1, vraag 4.

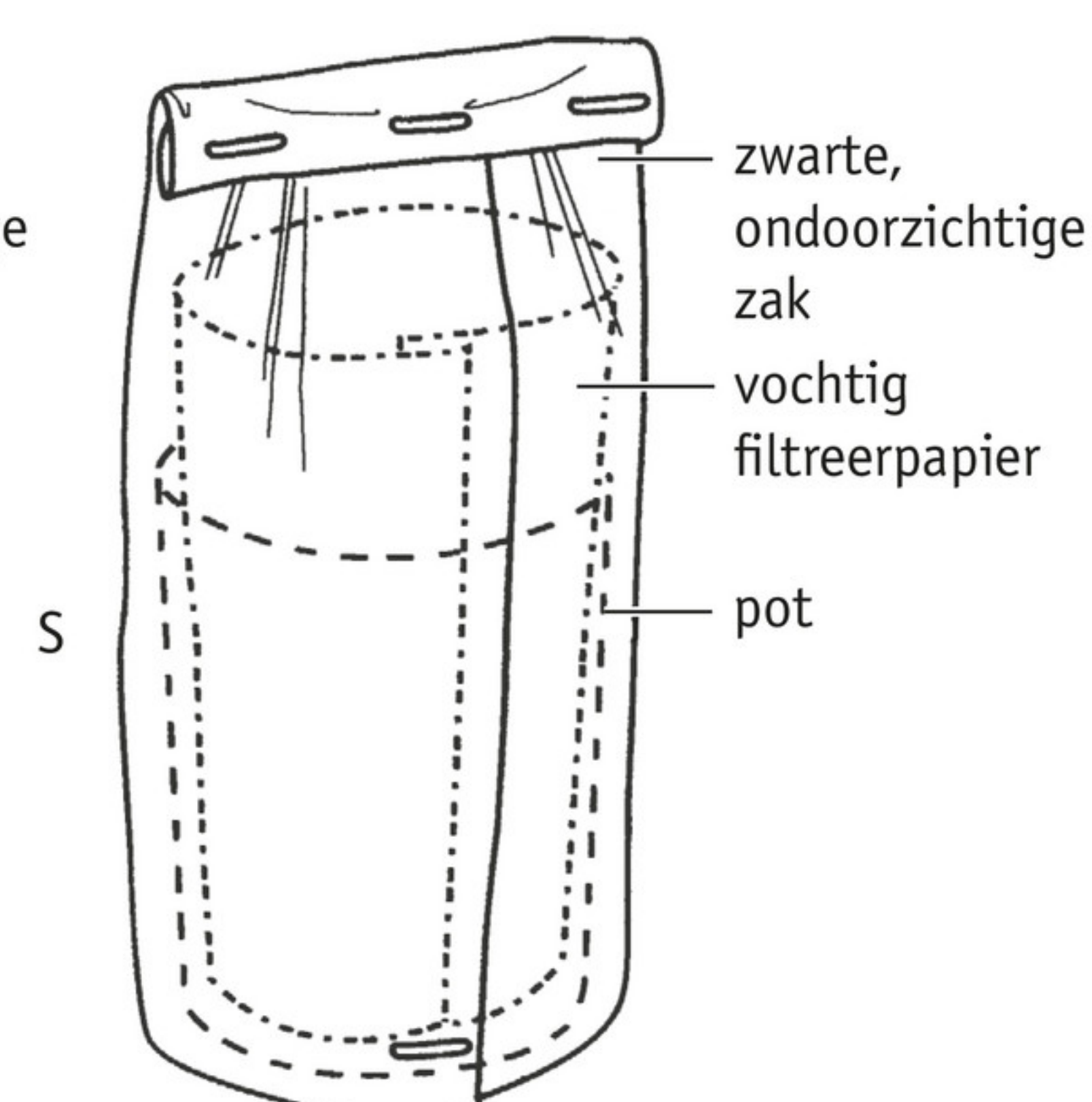
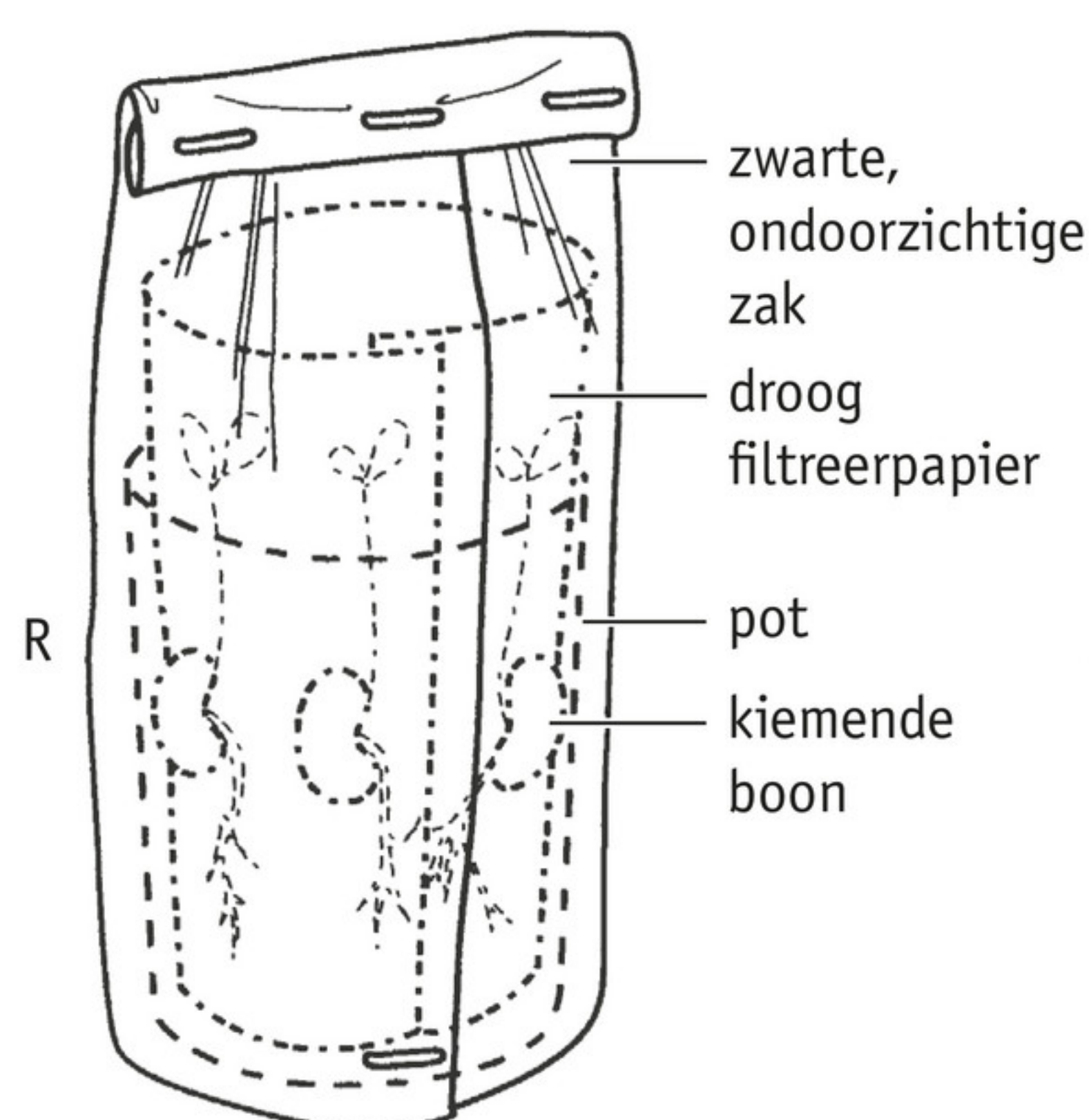
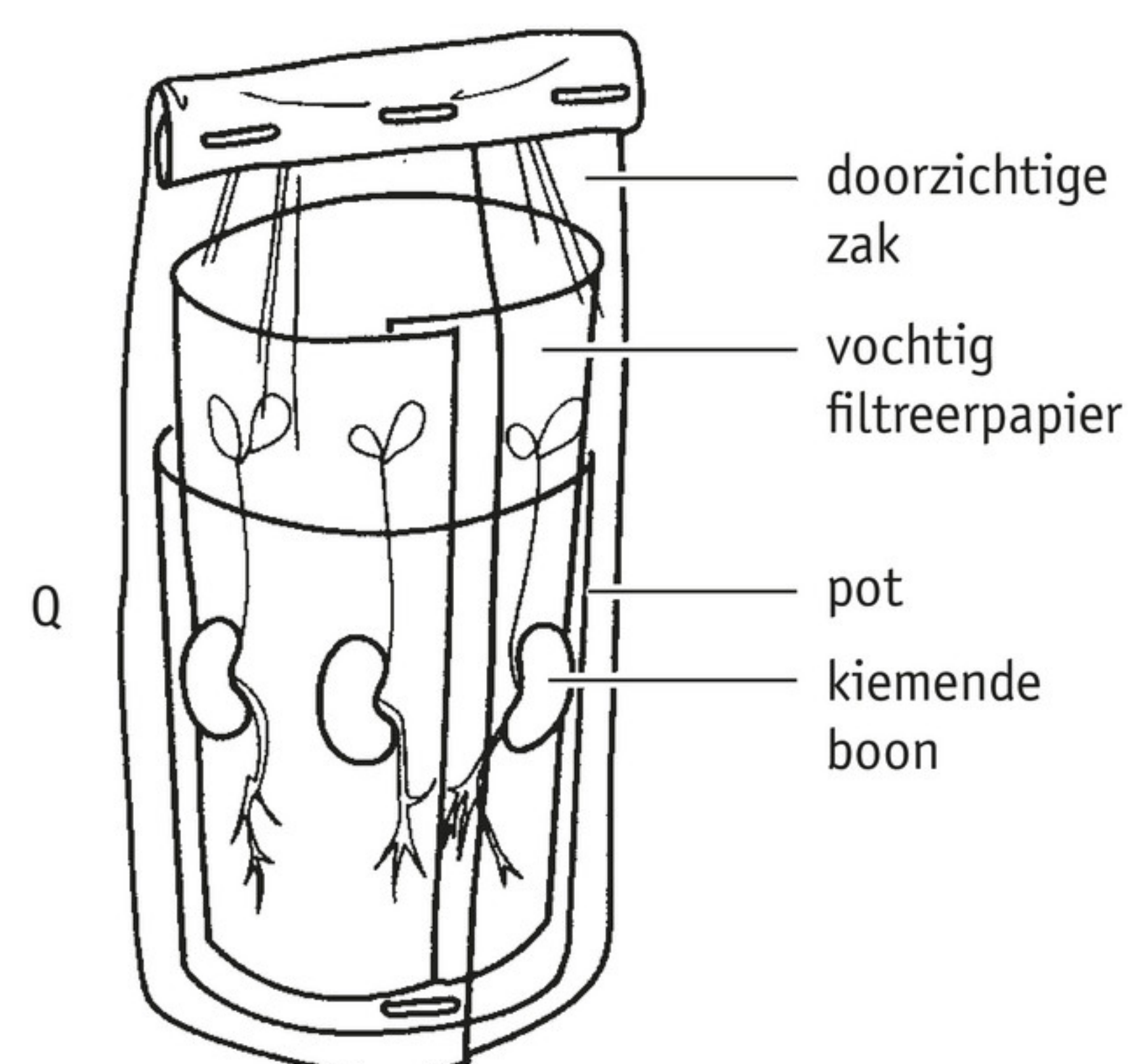
PCD is de afkorting van de naam van een bepaalde ziekte. Bij de helft van de mensen met PCD komt een verkeerde ligging van organen in borst- en buikholte voor. Organen die normaal links liggen, bevinden zich dan rechts en omgekeerd. Dit noemt men een 'gespiegelde' ligging van de organen. In afbeelding 59 wordt de romp weergegeven, van voren gezien. Vier plaatsen zijn met een letter aangegeven.

- 1p 1 Welke letter geeft de plaats aan waar de lever ligt bij iemand met een gespiegelde ligging van de organen?
- A Letter Q.
 - B Letter R.
 - C Letter S.
 - D Letter T.

▼ Afb. 59 Romp.



▼ Afb. 61 Controleproef bruine bonen.



EEN PROEF

Naar: examen vmbo-gt 2013-1, vraag 11.

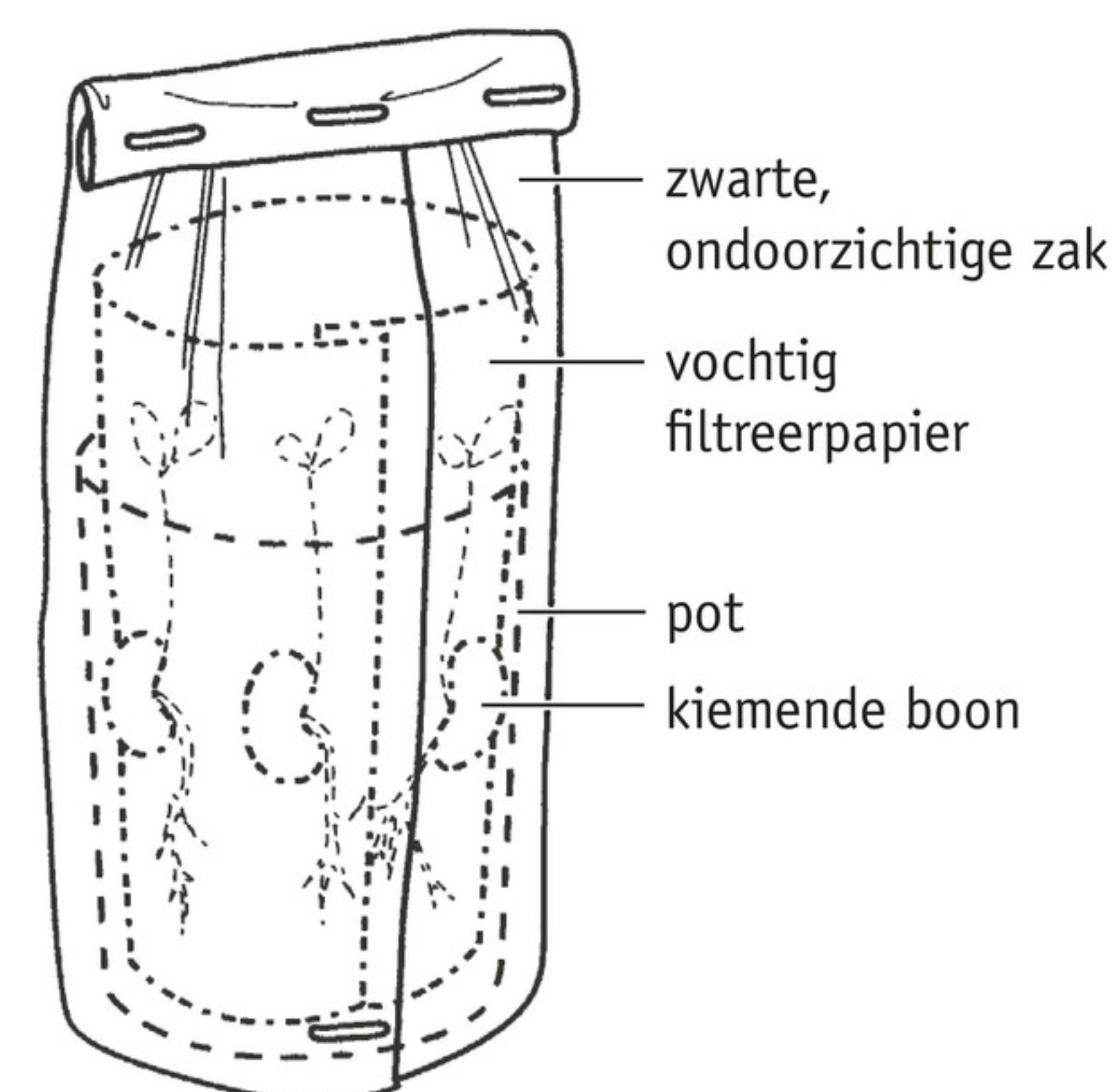
Bas onderzoekt de invloed van licht op de groei van kiemplantjes. Hij stopt een aantal gekiemde bruine bonen in een pot met vochtig filtreerpapier. De pot zet hij in een zwarte, ondoorzichtige zak (zie afbeelding 60).

Bij de bespreking zegt zijn docent dat hij de controleproef mist.

In afbeelding 61 zie je drie mogelijkheden voor een controleproef.

- 2 Welke letter geeft de juiste controleproef aan voor het onderzoek van Bas?
- A Letter Q.
 - B Letter R.
 - C Letter S.

▼ Afb. 60 Bonenproef.



WERKPLAN

Bron: examen vmbo gt 2011-1, vraag 14

Men vermoedt dat de stof tryptofaan helpt om in slaap te vallen. Om dit na te gaan, wordt een onderzoek gedaan met een grote groep mensen die moeite hebben om in slaap te vallen.

2p 3 Schrijf een werkplan voor zo'n onderzoek.

EEN ZEESLAK

Bron: examen vmbo-gt 2012-2, vraag 23 en 25.

In afbeelding 62 wordt een zeeslak weergegeven. Deze zeeslak eet in de eerste twee weken van zijn leven veel algen. Algen zijn eencellige plantjes. Bepaalde delen uit de cellen van die algen worden niet verteerd, maar opgenomen in cellen van de darmwand. Hiermee kan de zeeslak in die cellen zonne-energie opvangen om glucose te maken.

1p 4 Hoe heet een deel van een algencel waarmee zonne-energie wordt opgevangen om glucose te maken?
A Een bladgroenkorrel.
B Een celkern.
C Een vacuole.

Als de zeeslak stilligt op een vaste ondergrond, zou hij voor een plant kunnen worden aangezien (zie afbeelding 63).
Om zeker te weten of een organisme een plant of een dier is, kan microscopisch onderzoek worden gedaan. Cellen van de zeeslak worden door een microscoop bekeken. Bij die cellen blijkt een deel te ontbreken dat wel bij plantencellen voorkomt.

1p 5 Welk deel ontbreekt bij de cellen van de zeeslak?
A Een celkern.
B Een celmembraan.
C Een celwand.

▼ Afb. 62 Zeeslak.



▼ Afb. 63 Zeeslak.



Plusvraag

KONIJNEN GEMETEN

Bron: examen havo 2007-2, vraag 22 en 23.

Over konijnen in Nederland zijn veel gegevens verzameld met behulp van afschotcijfers: de aantallen bij de jacht geschoten dieren. In tabel 2 zijn voor de verschillende maanden van het jaar in een bepaald duingebied het totale aantal geschoten konijnen en het percentage volwassen dieren daaronder weergegeven.

▼ Tabel 2 Totaal aantal geschoten konijnen en percentage volwassen dieren.

Maand	Totaal aantal geschoten konijnen	Percentage volwassen konijnen in het afschot
Augustus	153	13,70
September	103	12,62
Oktober	48	20,83
November	102	27,45
December	84	30,95
Januari	19	47,37
Februari	11	27,27
Maart	8	62,50

2p 6 Teken op je scoreblad een staafdiagram waarin het aantal geschoten volwassen konijnen in de periode augustus tot en met maart is weergegeven. Benoem de assen.

Over de mogelijke oorzaak van de toename van het percentage volwassen konijnen in het afschot van augustus tot en met maart worden twee beweringen gedaan:

- 1 Aan het eind van de periode zijn er minder jongen, want de meeste jongen zijn al volwassen geworden of ten prooi gevallen aan roofdieren.
- 2 Door het lage afschot in januari, februari en maart neemt het percentage volwassen konijnen in het afschot automatisch toe.

2p 7 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
A Geen van beide beweringen.
B Alleen bewering 1.
C Alleen bewering 2.
D Zowel bewering 1 als bewering 2.

2

Voortplanting en ontwikkeling



BASISSTOF

1	Voortplantingsstelsel van de man	46
2	Voortplantingsstelsel van de vrouw	49
3	Reductiedeling	52
4	Geslachtskenmerken, hormonen en menstruatiecyclus	54
5	Bevruchting en embryonale ontwikkeling	58
6	Geboorte en verdere ontwikkeling	64
7	Seksueel overdraagbare aandoeningen	68
8	Geboorteregeling	71
9	Seksualiteit	77

SAMENVATTING	79
DIAGNOSTISCHE TOETS	85

VERRIJKINGSSTOF		
1	Kraamverzorgende	96
2	Het aidsbekerspel	97
3	Voortplanting bij dieren	98

EXAMENTRAINER	100
----------------------	------------



In dit thema leer je hoe de voortplanting van de mens tot stand komt. Je leert hoe de voortplantingsorganen zijn gebouwd en hoe ze werken. Mensen planten zich voort doordat een eikel en een zaadcel versmelten. Eicellen en zaadcellen ontstaan door een bijzonder soort deling.

Als een vrouw zwanger wordt, treden er allerlei veranderingen op in haar lichaam. Je leert over de ontwikkeling van een embryo in de baarmoeder, de geboorte en de verdere ontwikkeling van mensen.

Bij voortplanting speelt seksualiteit een rol. Door seksueel contact kunnen ziekten worden overgedragen. Bij seksueel contact kun je zwangerschap voorkomen door voorbehoedmiddelen te gebruiken.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

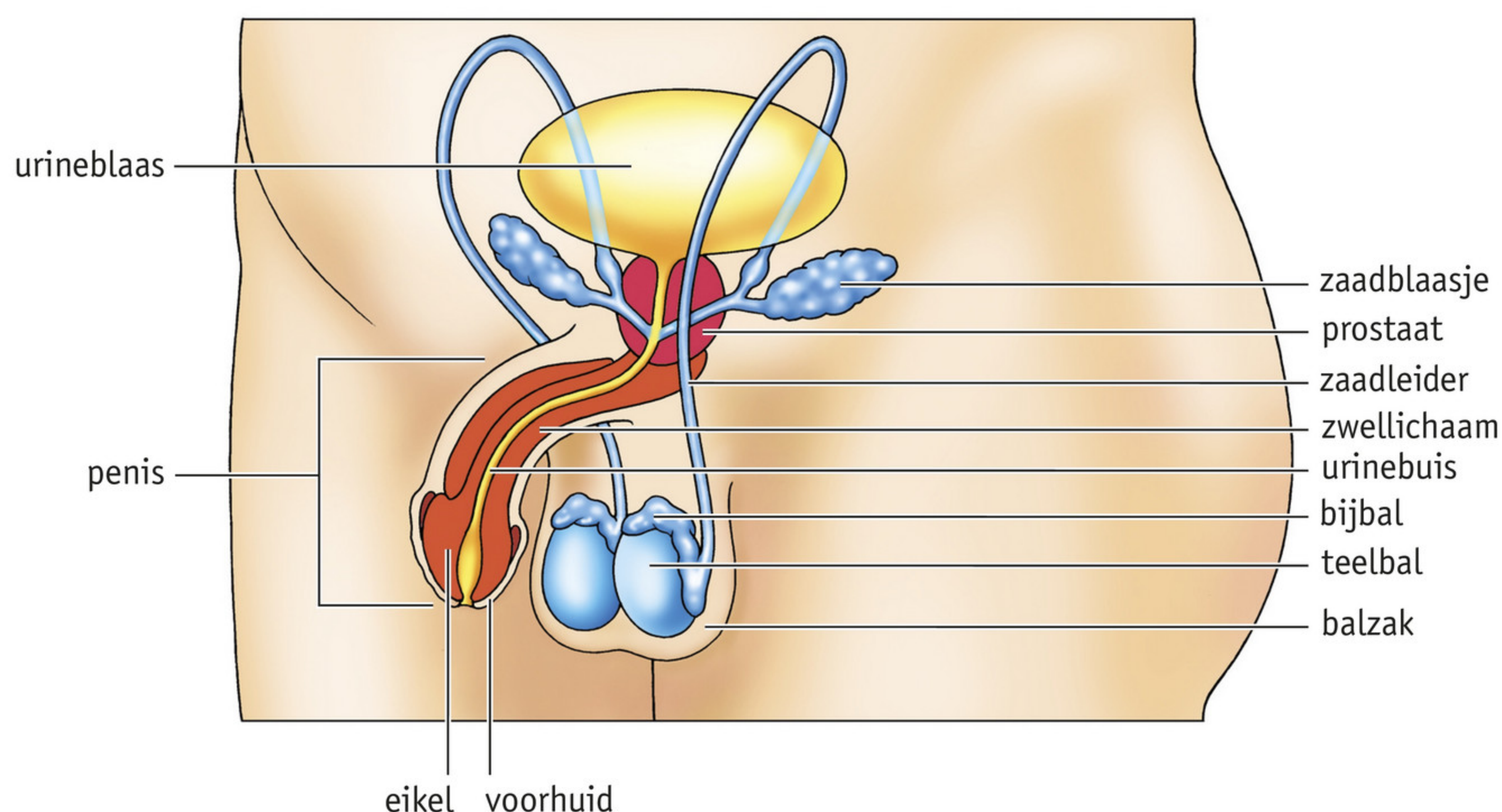
1 Voortplantingsstelsel van de man

Groot, klein, dik, dun, harig of onbehaard: het is je vast wel eens opgevallen dat niemand er naakt hetzelfde uit ziet. Bij een naakte man is maar een gedeelte van het mannelijk voortplantingsstelsel zichtbaar (zie afbeelding 1). De rest van de voortplantingsorganen ligt in de onderbuik (zie afbeelding 2).

▼ **Afb. 1** Het mannelijk voortplantingsstelsel is maar gedeeltelijk zichtbaar.



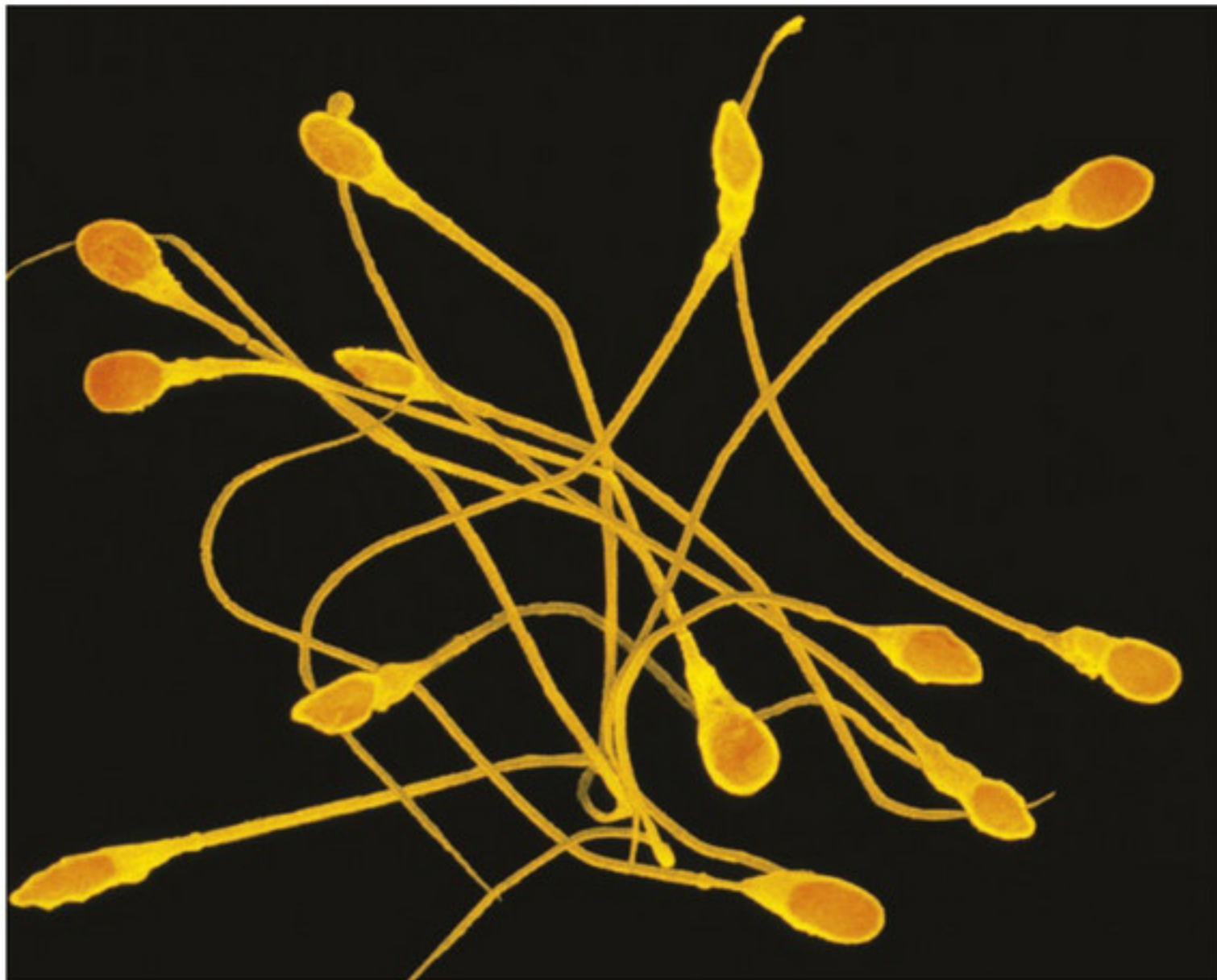
▼ **Afb. 2** Voortplantingsstelsel van een man (schematisch).



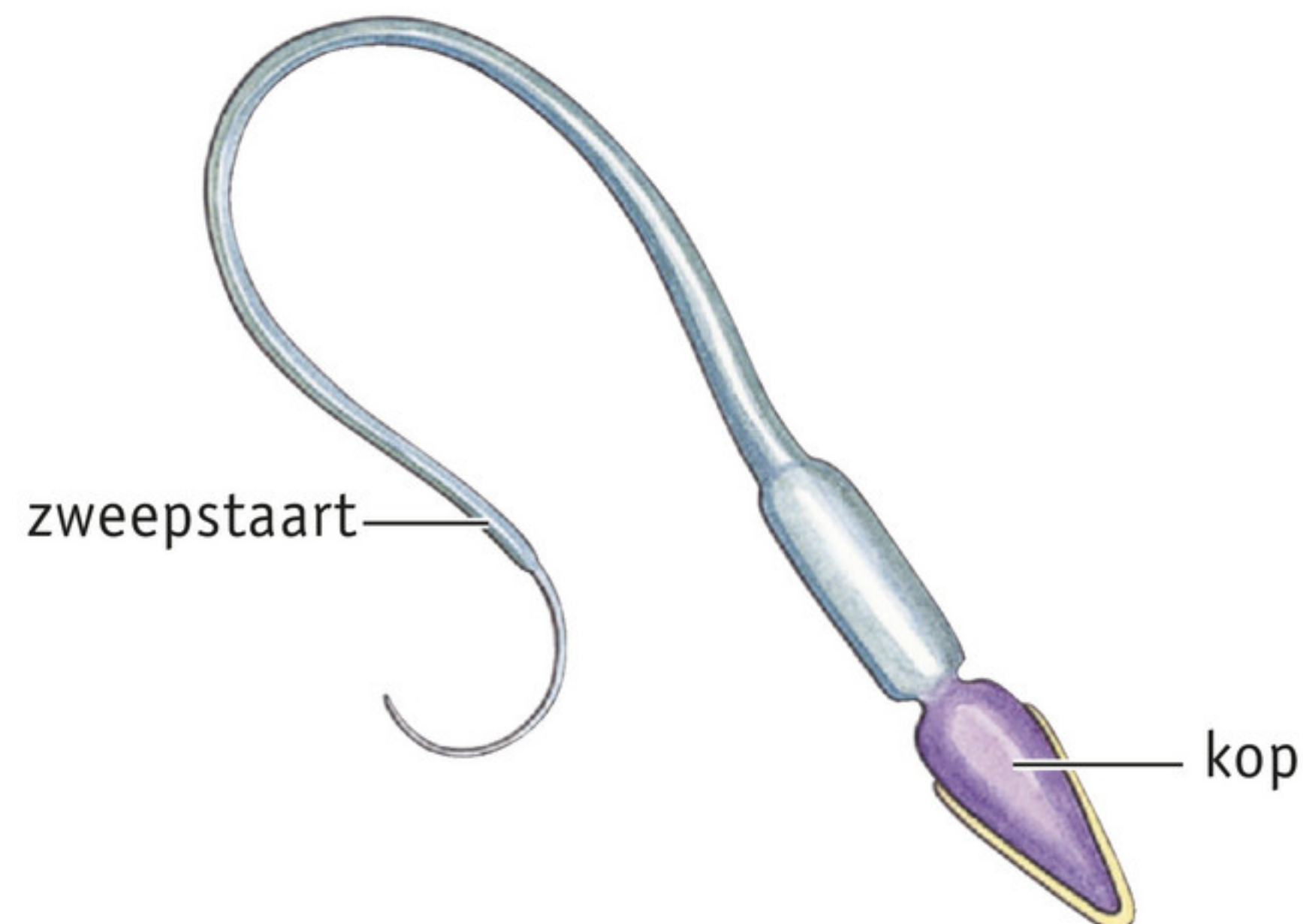
INWENDIGE GESLACHTSORGANEN

De teelballen liggen in een huidplooï: de **balzak**. Elke dag produceren de **teelballen** miljoenen zaadcellen. Dit doen ze vanaf de puberteit tot op hoge leeftijd. De zaadcellen worden tijdelijk opgeslagen in de **bijballen**. De **zaadleiders** vervoeren de zaadcellen richting de prostaat.

▼ Afb. 3 Zaadcellen.



1 microscopische foto van zaadcellen (vergroting 2000x)



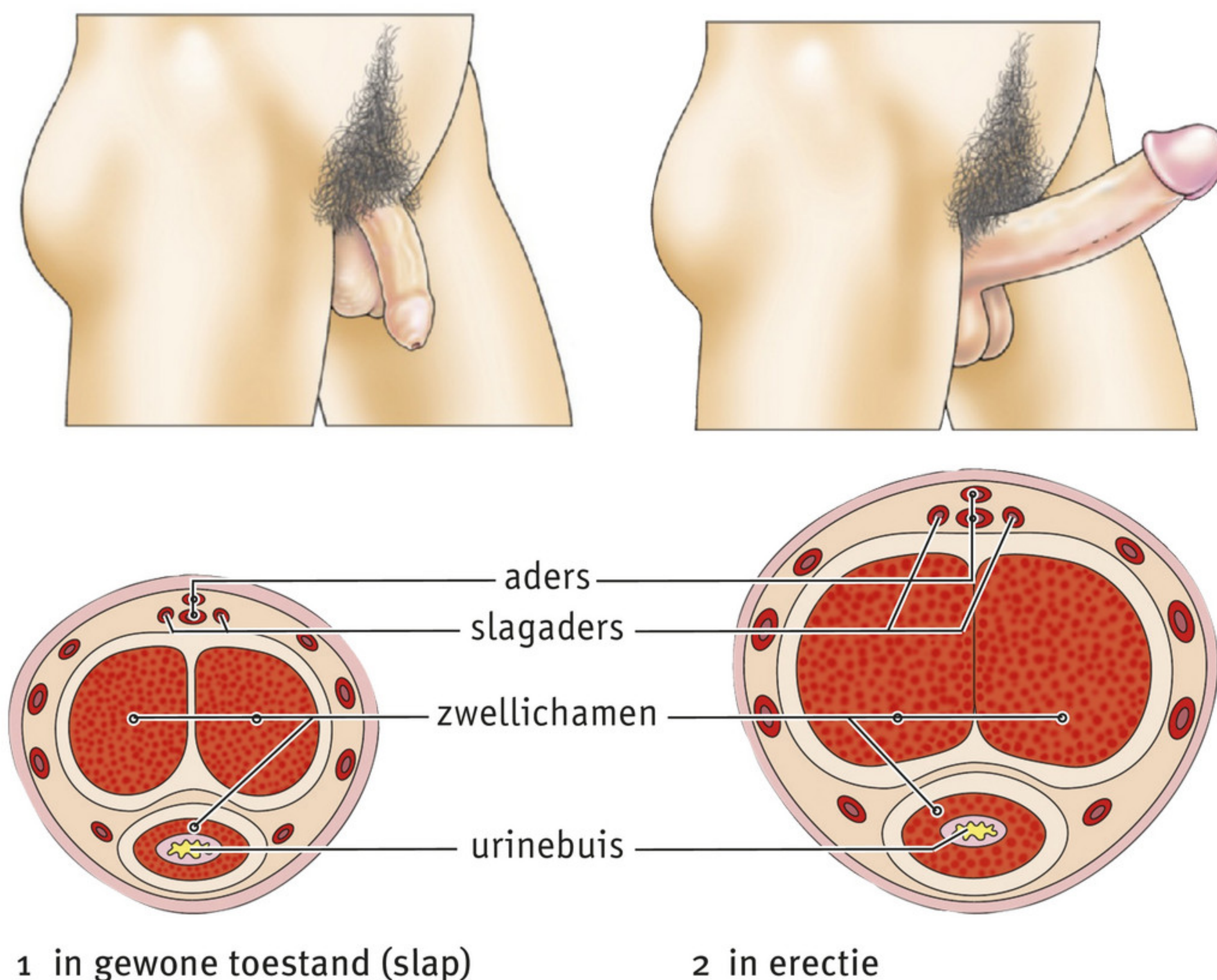
2 schematische tekening van een zaadcel

De zaadleiders komen uit in de urinebuis. De **urinebuis** voert urine af vanuit de urineblaas naar buiten het lichaam. Bij een **zaadlozing** komt sperma door de urinebuis naar buiten. Tijdens een zaadlozing verlaten 100 tot 400 miljoen zaadcellen het lichaam.

UITWENDIGE GESLACHTSORGANEN

De urinebuis loopt door de **penis**. In de penis zitten **zwellichamen**. Deze zwellichamen kunnen zich met bloed vullen. Daardoor wordt de penis groter en steviger (zie afbeelding 4). We noemen dat een **erectie**. Een erectie ontstaat onder invloed van seksuele prikkels, bijvoorbeeld door het strelen van de penis. De **eikel** is het gevoeligste deel van de penis.

▼ Afb. 4 De penis (buitenaanzicht en dwarsdoorsnede).



1 in gewone toestand (slap)

2 in erectie

Bij **geslachtsgemeenschap** brengt een man zijn penis in de vagina van een vrouw. De penis is dan in erectie. Door bewegingen van man en vrouw wordt de penis in de vagina op en neer bewogen. De eikel wordt daardoor geprikkeld. Dat kan bij de man uiteindelijk leiden tot een zaadlozing. Bij de zaadlozing komt het sperma met schokken uit de penis. Het sperma komt dan in de vagina van de vrouw. Een zaadlozing geeft een lekker gevoel. We noemen dat **klaarkomen** of een **orgasme** hebben.

Een man kan ook klaarkomen door **masturbatie**. Hierbij beweegt hij met zijn hand de **voorhuid** over de eikel heen en weer.

Onder de voorhuid wordt vocht geproduceerd. Als dit lang blijft zitten, gaat het vies ruiken en kan het ontstekingen veroorzaken. Daarom is het belangrijk dat een man elke dag de voorhuid even terugtrekt en de eikel en de voorhuid met water afspoelt.

Bij sommige jongens en mannen is de penis om godsdienstige of hygiënische redenen besneden. Dit gebeurt tijdens een besnijdenis, waarbij de voorhuid wordt weggesneden.

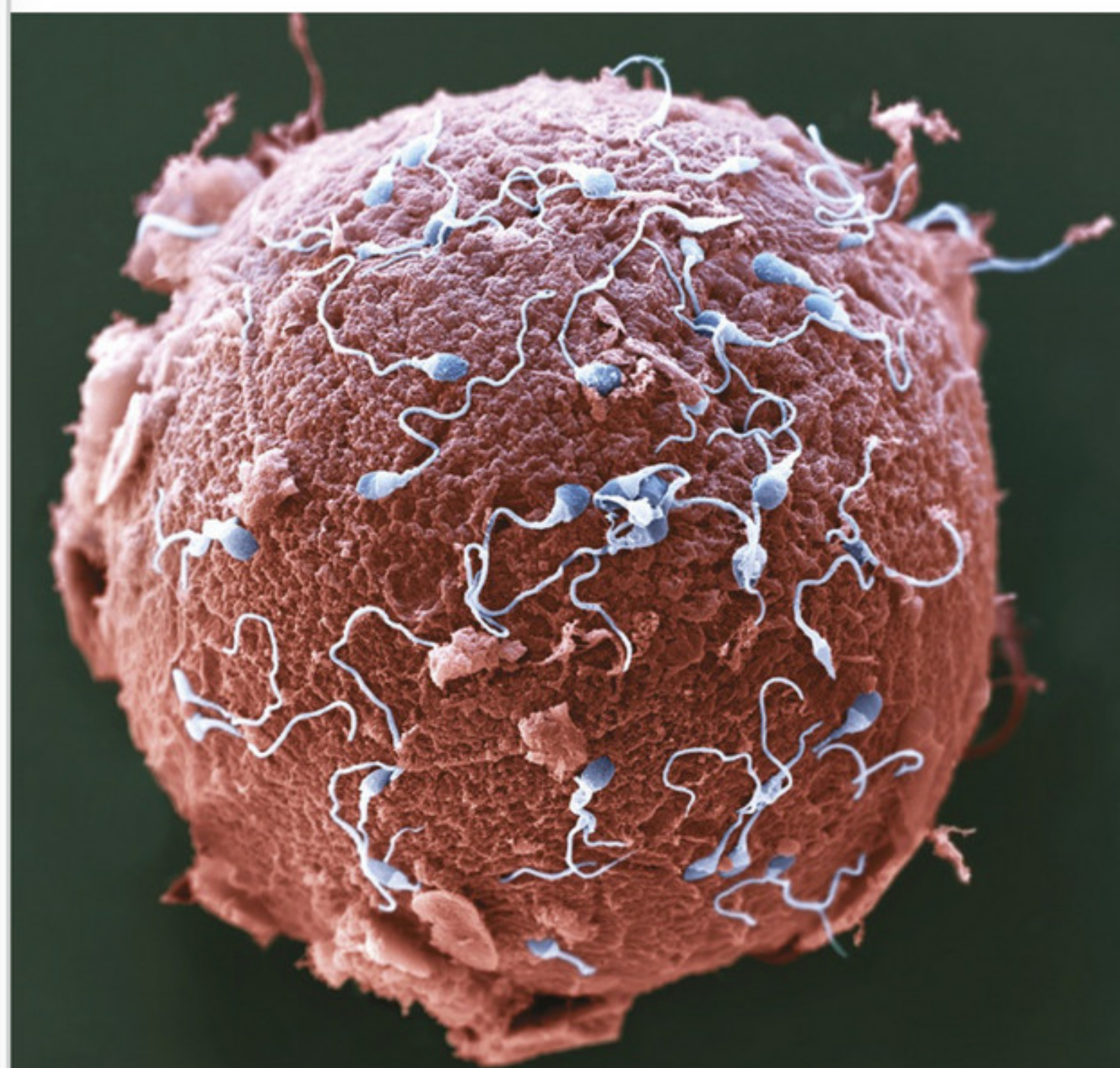
WB OPDRACHT 1 T / M 4 BLZ. 46

2 Voortplantingsstelsel van de vrouw

▼ **Afb. 5** Van het voortplantingsstelsel van een vrouw is aan de buitenkant bijna niets te zien.

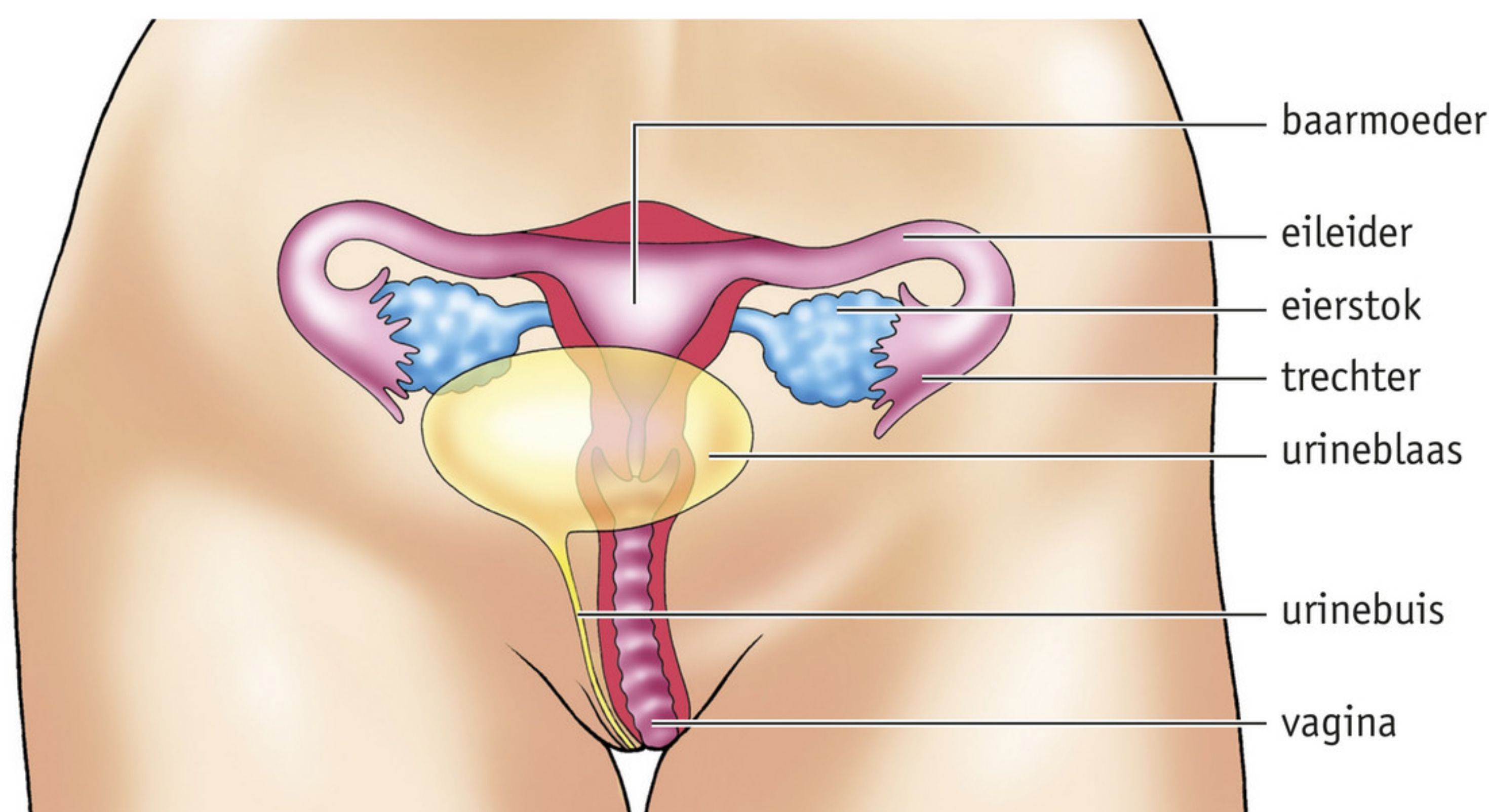


▼ **Afb. 7** Een eicel met zaadcellen.



Van het voortplantingsstelsel is bij een naakte vrouw aan de buitenkant bijna niets te zien (zie afbeelding 5). Bij een vrouw liggen de meeste voortplantingsorganen in de onderbuik (zie afbeelding 6).

▼ **Afb. 6** Voortplantingsstelsel van een vrouw (schematisch).



INWENDIGE GESLACHTSORGANEN

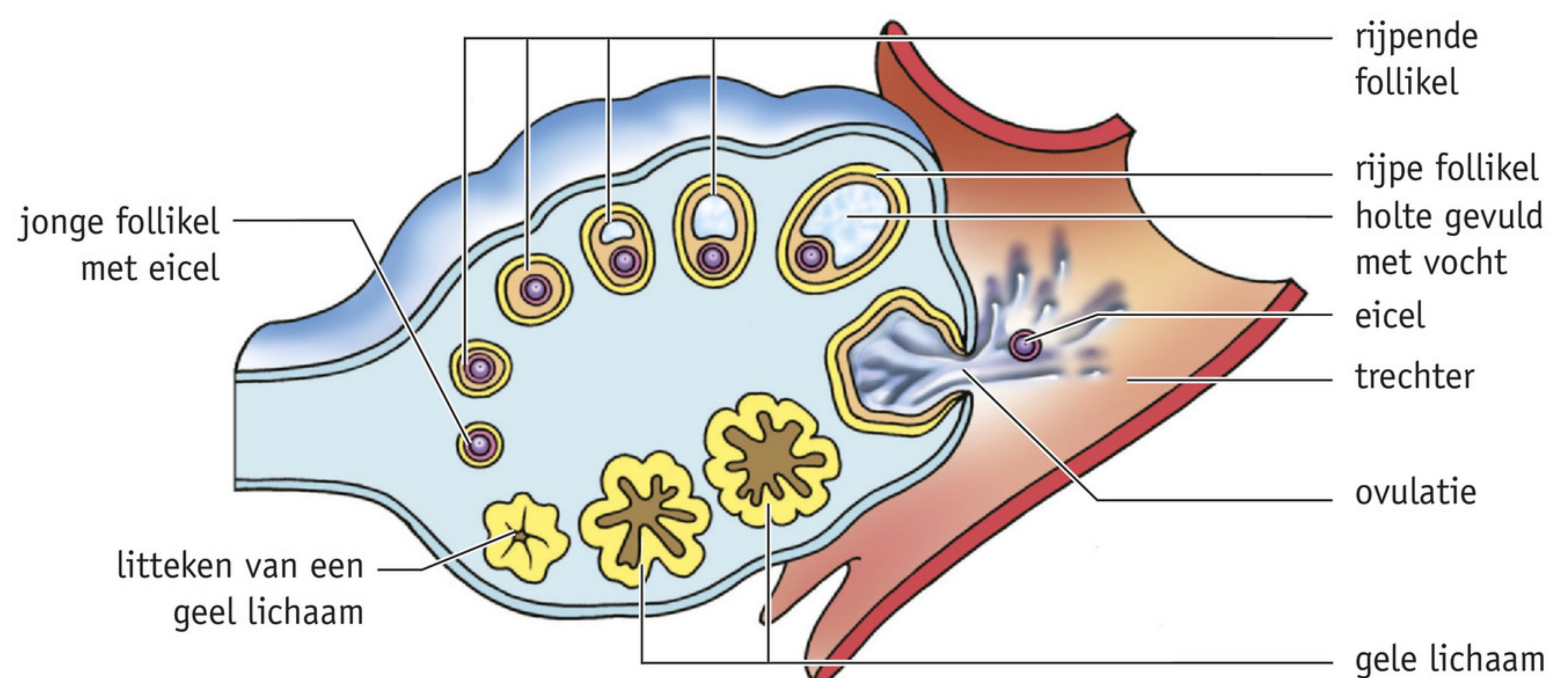
In de **eierstokken** vindt de ontwikkeling plaats van de eicellen. Een eicel is groot in vergelijking met een zaadcel (zie afbeelding 7). Dit komt doordat een eicel veel reservevoedsel bevat. Dit reservevoedsel is nodig voor de eerste ontwikkeling van de bevruchte eicel. Een zaadcel bevat geen reservevoedsel.

Bij de geboorte zijn alle cellen die zich tot eicel kunnen ontwikkelen, al aanwezig. Enkele tienduizenden van deze cellen bevinden zich in rusttoestand in de eierstokken. Deze cellen zitten in blaasjes die follikels worden genoemd.

Eicellen kunnen vanaf de puberteit tot aan de overgang vrijkomen. Bij de meeste vrouwen begint de overgang rond 50-jarige leeftijd.

Een man produceert miljoenen zaadcellen per dag. Bij een vrouw komt gemiddeld maar één **follikel** per vier weken tot volledige rijping. Een **rijpe follikel** neemt erg veel vocht op. Daardoor groeit hij en barst hij uiteindelijk open. Hierbij komt de eicel vrij. Dit heet de **ovulatie**. Dit is schematisch weergegeven in afbeelding 8). Een deel van de opengebarsten follikel blijft achter in de eierstok. Uit deze overblijfselen vormt zich het **gele lichaam**. Het trechtervormige uiteinde van de **eileider** vangt de vrijgekomen eicel op. De eileiders vervoeren de eicellen in de richting van de **baarmoeder**. Een eicel kan namelijk niet uit zichzelf bewegen.

► **Afb. 8** Ontwikkeling van een follikel in een eierstok (schematisch). In deze afbeelding zijn alle ontwikkelingsstadia in één doorsnede weergegeven.

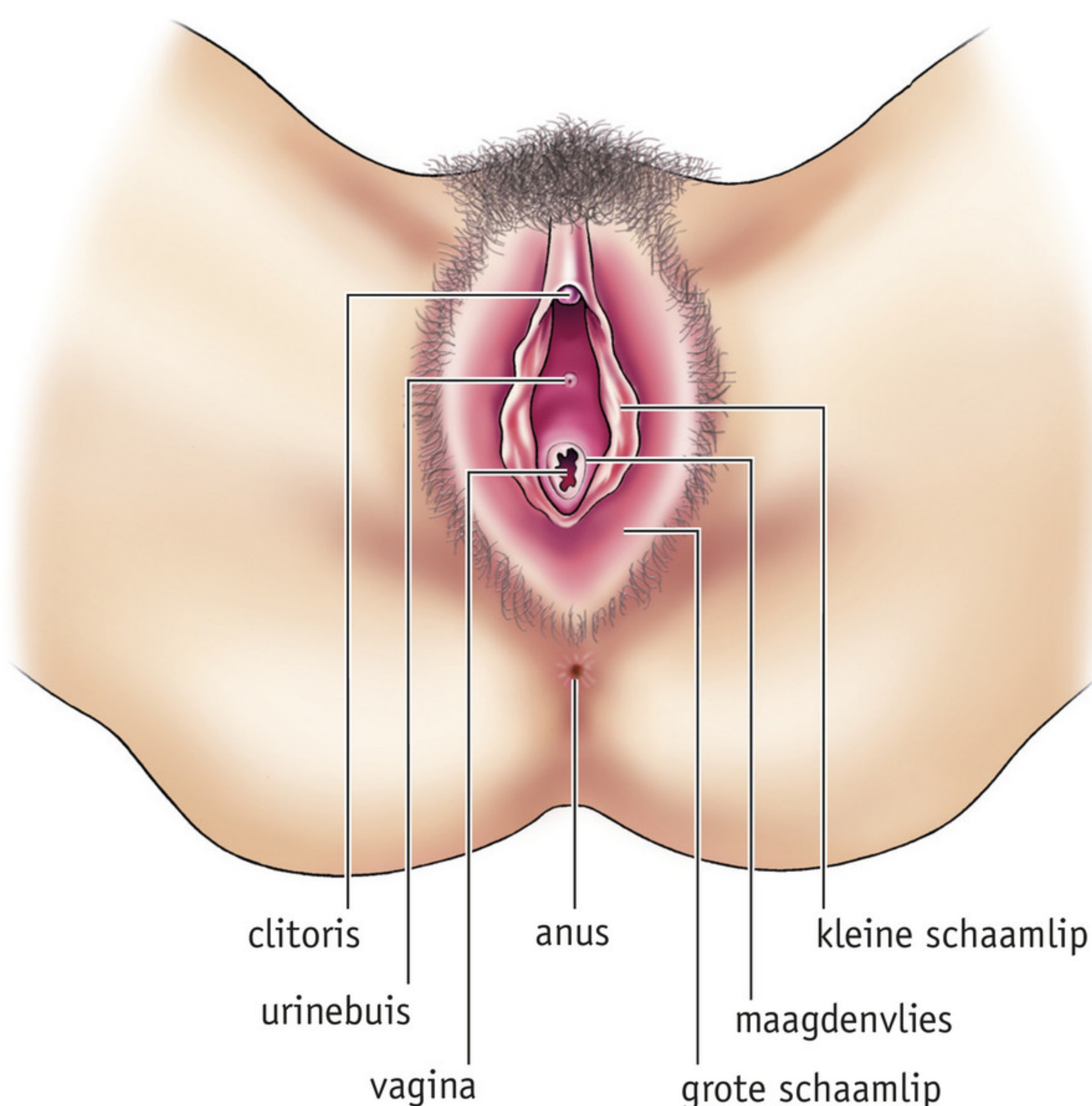


Bij geslachtsgemeenschap komt sperma in de **vagina**. De zaadcellen bewegen met behulp van hun zweepstaart in de richting van de baarmoeder en de eileiders. In een eileider kan één van de zaadcellen de eicel bevruchten. De wand van de baarmoeder bestaat uit een dikke laag spieren. Deze is aan de binnenkant met slijmvlies bekleed. In de baarmoeder ontwikkelt de bevruchte eicel zich tot een embryo.

UITWENDIGE GESLACHTSORGANEN

De meeste vrouwen krijgen een orgasme (komen klaar) door prikkeling van de **clitoris**. Dit kan gebeuren door over de clitoris te wrijven. Bij zelfbevrediging doet een vrouw dat zelf. Bij veel vrouwen is de vagina niet zo gevoelig voor seksuele prikkels.

▼ **Afb. 9** De uitwendige voortplantingsorganen van een vrouw.



De clitoris ligt vooraan tussen de **kleine schaamlippen** (zie afbeelding 9). De urinebuis komt uit achter de clitoris. Via de wand van de kleine schaamlippen komt bij seksuele opwindning vocht vrij. Door dit **vaginale vocht** wordt de toegang tot de vagina gladder. Daardoor kan de penis beter de vagina binnendringen. De wand van de vagina is rekbaar. Bij de geboorte kan er zelfs een kind door! De wand van de vagina en de baarmoederhals scheiden een vloeistof af. Deze afscheiding kan uit de vagina komen en is wit doorsichtig en vloeibaar.

Om de kleine schaamlippen liggen de **grote schaamlippen**. Tussen de plooiën kan slijm gaan zitten. Hierin kunnen bacteriën en schimmels zich snel verspreiden. Daardoor kunnen ontstekingen ontstaan. Het is daarom belangrijk elke dag de schaamlippen goed schoon te spoelen met water.

De vagina is aan de binnenkant bekleed met slijmvlies. Aan het begin van de vagina vormt dit slijmvlies een plooï. Deze slijmvliesplooï wordt het **maagdenvlies** genoemd (zie afbeelding 10). Bij de eerste geslachtsgemeenschap kan deze slijmvliesplooï wat inscheuren. Dat kan een beetje pijn doen en er kan een kleine bloeding bij optreden. Maar dit is lang niet bij alle vrouwen het geval.

WB OPDRACHT 5 T/M 10 BLZ. 50

▼ Afb. 10

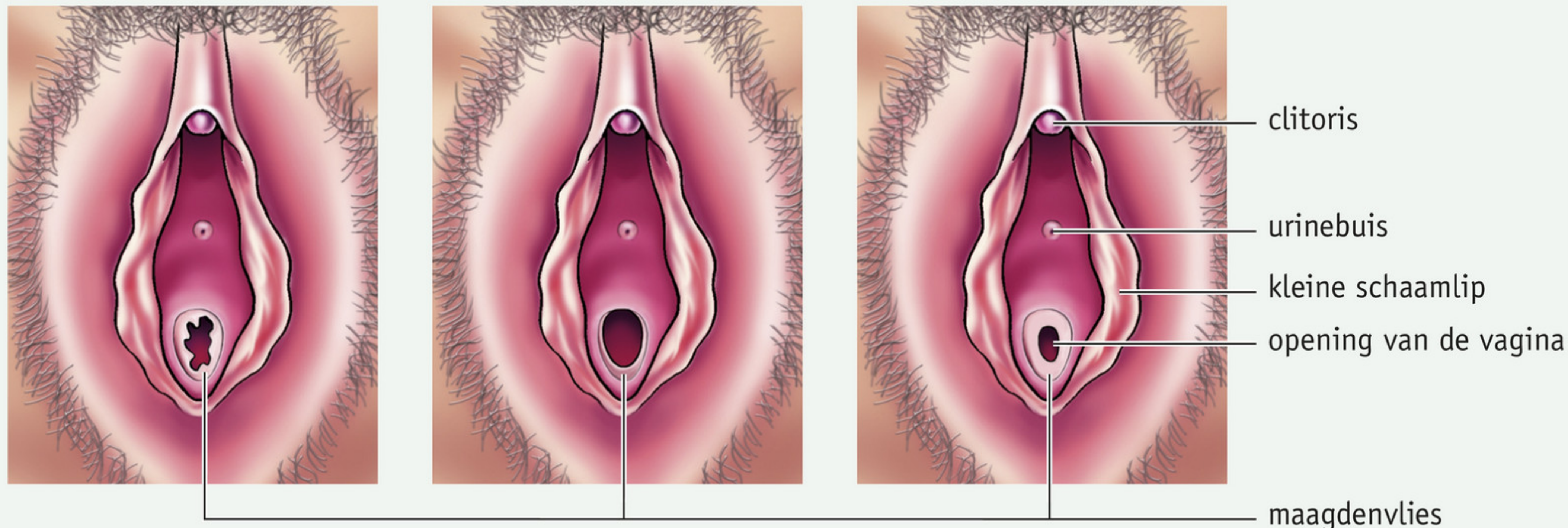
Zie je aan het maagdenvlies of een vrouw maagd is?

Trouwen met een gescheurd maagdenvlies? In sommige culturen wordt daar schande van gesproken. Een vrouw hoort dan als maagd het huwelijk in te gaan. Een intact maagdenvlies wordt als bewijs gezien dat een vrouw geen seks voor het huwelijk heeft gehad. Maar is dat bewijs wel zo betrouwbaar?

Het maagdenvlies is een slijmvliesplooï aan het begin van de vagina. Het kan verschillend van vorm zijn (zie de afbeelding). Sommige meisjes worden zelfs zonder maagdenvlies geboren.

Het maagdenvlies is dus geen dicht vlies, zoals sommige

mensen denken. Ook denken sommigen dat bij de eerste geslachtsgemeenschap de penis het maagdenvlies moet doorboren en dat er daarbij altijd een bloeding optreedt. Maar de meeste meisjes en vrouwen bloeden niet tijdens de eerste keer dat zij geslachtsgemeenschap hebben. Vooral niet als ze ontspannen zijn en voldoende tijd nemen voor het vrijen. De opening in het maagdenvlies is dan groot genoeg om de penis door te laten. De vagina is dan vochtig en glad, zodat er geen weefsel beschadigt. Je kunt aan het maagdenvlies dus niet zien of een vrouw nog maagd is.



Het maagdenvlies is een slijmvliesplooï rondom de vaginaopening. Het kan verschillend van vorm zijn.

3 Reductiedeling

Als je in de spiegel naar jezelf kijkt, zie je dat je gedeeltelijk op je vader en gedeeltelijk op je moeder lijkt. Dit komt doordat je zowel van je vader als van je moeder eigenschappen hebt gekregen.

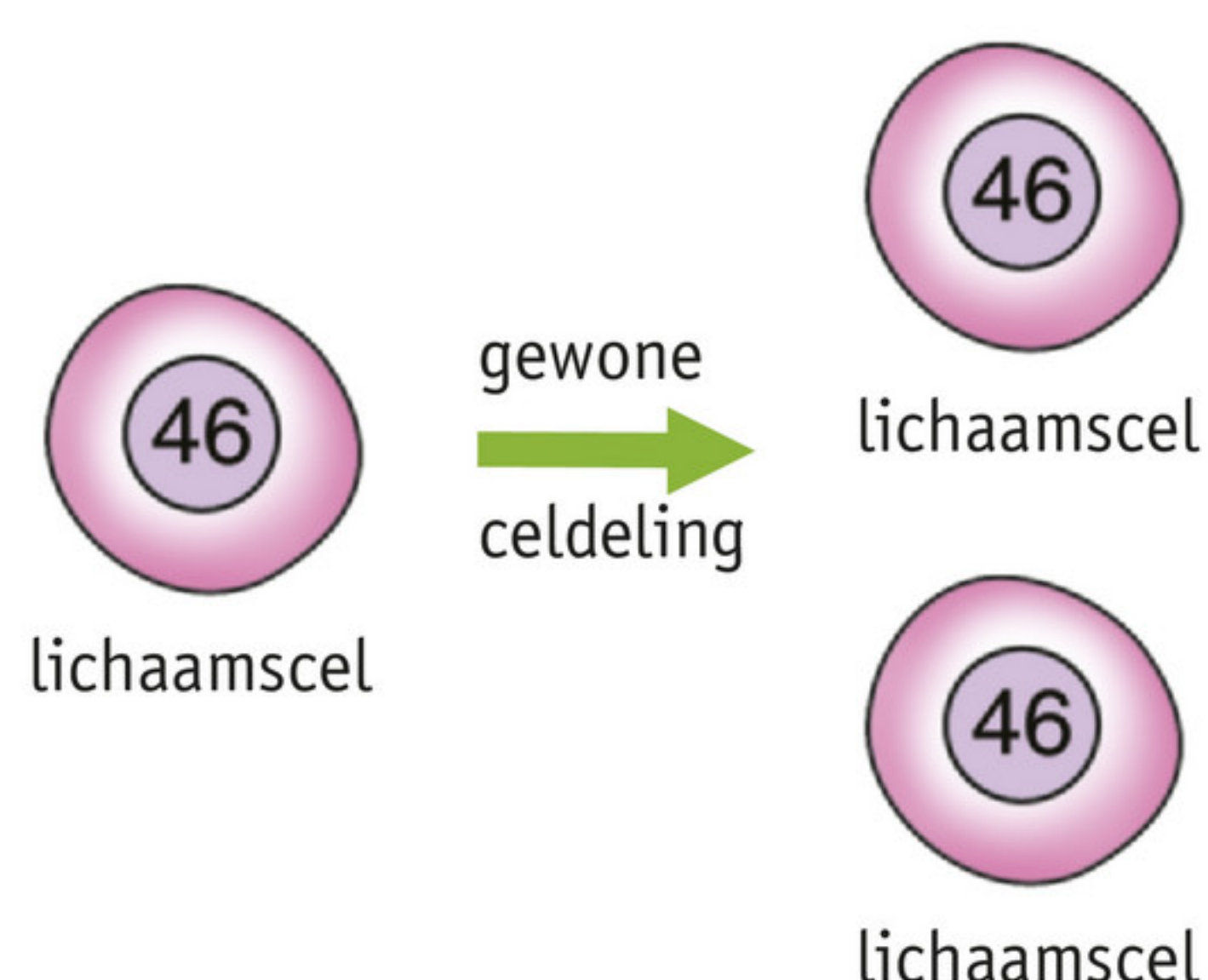
GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

We planten ons **geslachtelijk** voort. Daarom zijn voor de voortplanting twee mensen nodig: een man en een vrouw. Bij de bevruchting smelten de kern van de eicel en de zaadcel samen. Na het samensmelten ontstaat een bevruchte eicel. In de bevruchte eicel komen 46 chromosomen voor. Deze chromosomen komen voor in paren. Er komen dus 23 chromosomenparen voor in de bevruchte eicel. De ene helft van zo'n chromosomenpaar is afkomstig van de moeder en de andere van de vader.

GEWONE CELDELING (MITOSE)

Je weet dat door gewone celdeling (mitose) nieuwe lichaamscellen ontstaan. Hierbij heeft elke nieuwe cel evenveel chromosomen als de cel waaruit deze is ontstaan. Door mitose kan de bevruchte eicel uitgroeien tot een baby, en de baby tot een volwassen mens. Elke nieuwe lichaamscel die ontstaat, heeft 46 chromosomen. In afbeelding 11 is de vorming van lichaamscellen bij de mens schematisch weergegeven. Het aantal chromosomen blijft 46 na celdeling.

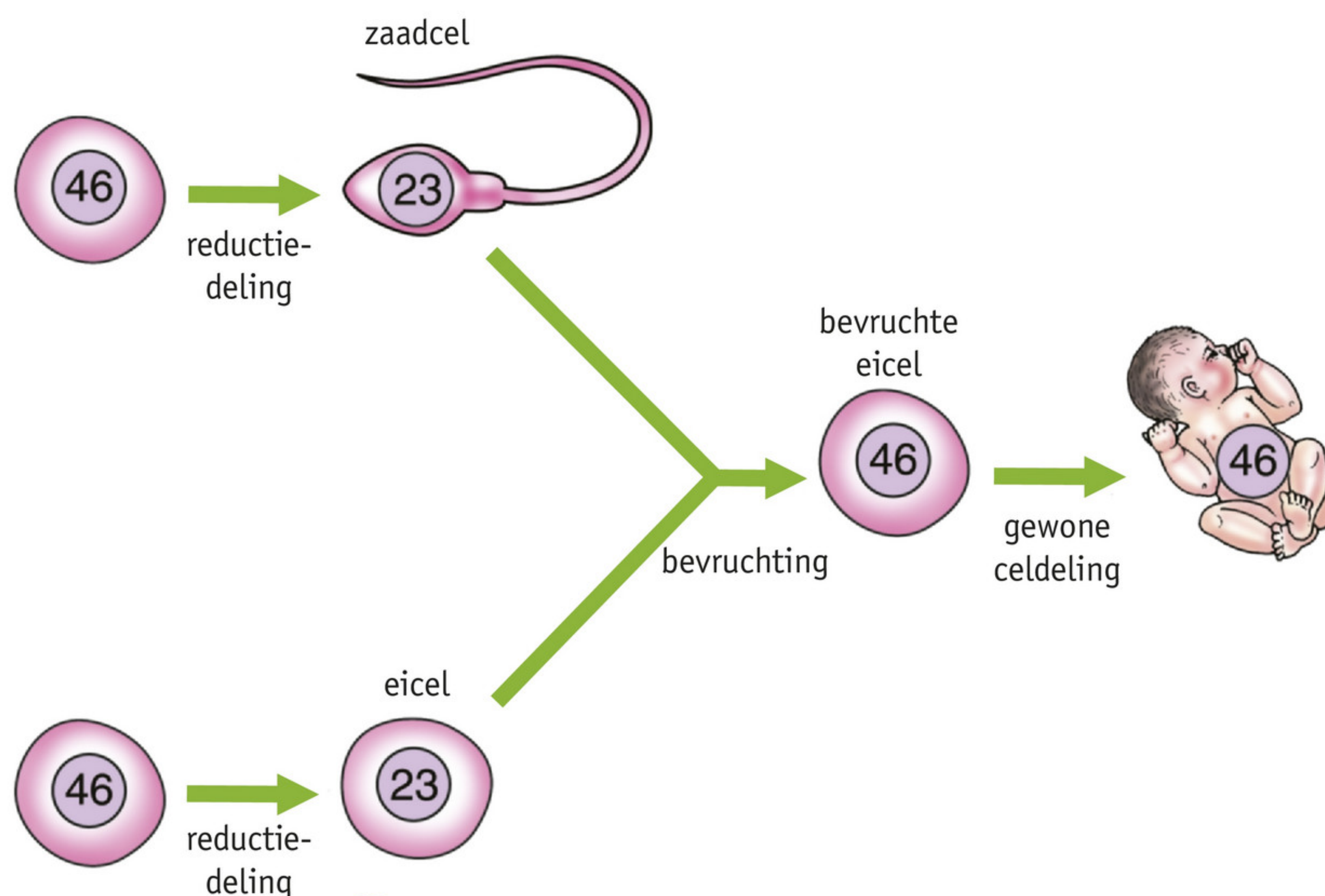
▼ **Afb. 11** Vorming van lichaamscellen (schematisch).



REDUCTIEDELING (MEIOSE)

Er bestaat één soort cellen met een bijzonder aantal chromosomen: de **geslachtscellen**. Zaadcellen en eicellen zijn de geslachtscellen. Ze hebben maar 23 chromosomen. Dit komt doordat geslachtscellen ontstaan na een **reductiedeling**, ook wel **meiose** genoemd. Reductie betekent vermindering. Geslachtscellen bevatten maar één chromosoom van elk chromosomenpaar. Een geslachtscel bevat 23 chromosomen. Door bevruchting ontstaat een bevruchte eicel met 46 chromosomen. In afbeelding 12 is de vorming van geslachtscellen bij de mens en bevruchting schematisch weergegeven.

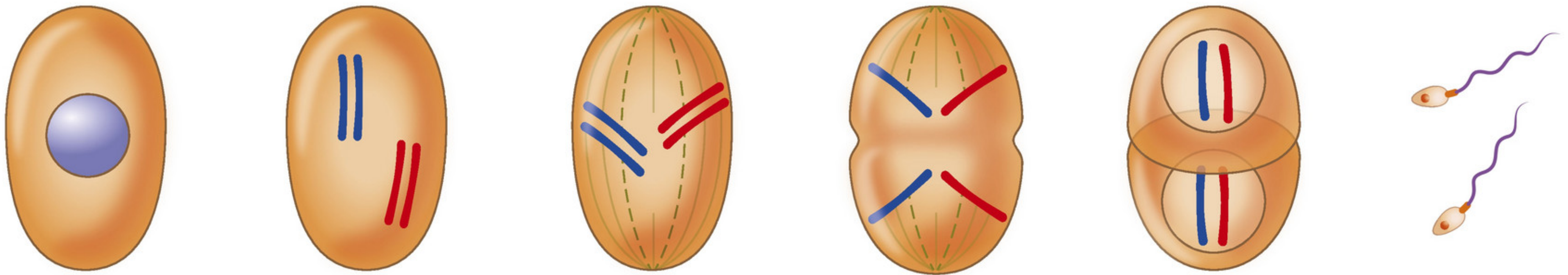
► **Afb. 12** Vorming van geslachtscellen en bevruchting (schematisch).



Een reductiedeling verloopt in fasen, net als een gewone celdeling. Dit kun je zien in afbeelding 13. In dit voorbeeld is een organisme getekend met twee paar chromosomen in elke lichaamscel. Het ene paar is rood gekleurd, het andere paar blauw.

WB OPDRACHT 11 T/M 16 BLZ. 54

▼ **Afb. 13** Het verloop van reductiedeling bij een man (schematisch).



- 1 Teelbalcel waaruit de zaadcellen ontstaan. De chromosomen zijn niet zichtbaar. Alle chromosomen zijn in paren aanwezig.
- 2 De chromosomen worden zichtbaar. Het kernmembraan verdwijnt.
- 3 De chromosomen van een paar liggen tegenover elkaar in het midden van de cel.
- 4 De chromosomen van elk paar gaan uit elkaar.
- 5 Er ontstaan twee nieuwe cellen met hun eigen kern. Per cel komt elk chromosoom enkelvoudig voor.
- 6 Uit elke cel ontwikkelt zich een zaadcel.

4 Geslachtskenmerken, hormonen en menstruatiecyclus

Als een baby is geboren, zie je meteen of het een jongetje of een meisje is (zie afbeelding 14). Jongetjes hebben een penis en een balzak en meisjes een vagina. Dit zijn de primaire geslachtskenmerken. Er zijn ook secundaire geslachtskenmerken.

► **Afb. 14** De primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.



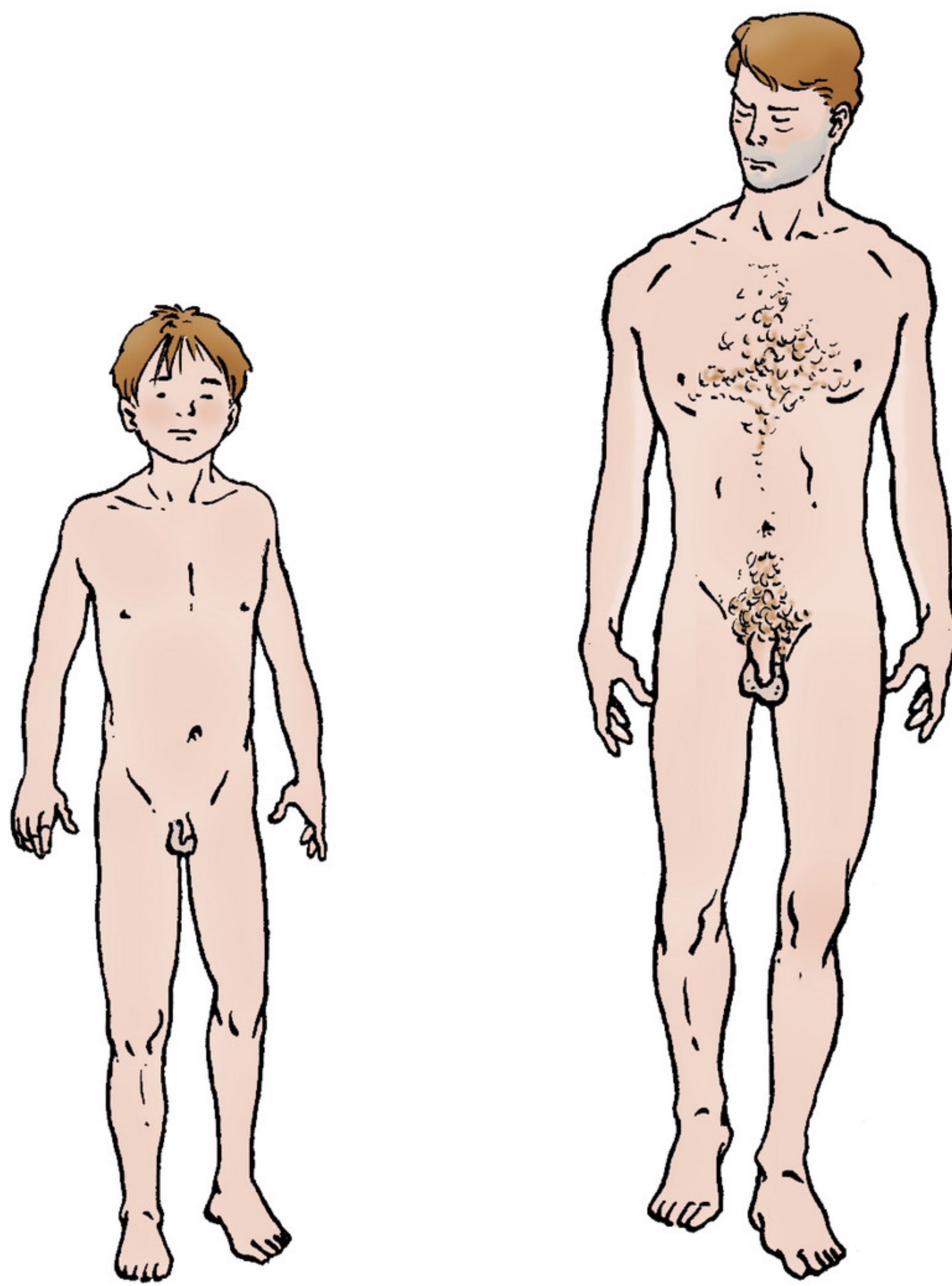
GESLACHTSKENMERKEN

Primaire geslachtskenmerken zijn vanaf de geboorte zichtbaar. Ze zorgen ervoor dat je kunt zien of iemand een jongen of een meisje is. Als kinderen in de puberteit komen, worden de verschillen tussen jongens en meisjes steeds groter.

Tussen een volwassen man en vrouw zijn er duidelijke, uiterlijke verschillen. De uiterlijke verschillen die tijdens de puberteit ontstaan, noemen we **secundaire geslachtskenmerken**. Een jongen krijgt bijvoorbeeld baardgroei in de puberteit. Hij wordt gespierder en zijn stem wordt lager. Bij een meisje beginnen de borsten te groeien. Haar heupen worden vaak breder en haar lichaamsvormen ronder (zie afbeelding 15 en 16).

Bij zowel jongens als meisjes begint in de puberteit haar te groeien onder de oksels (okselhaar) en rond de geslachtorganen (schaamhaar).

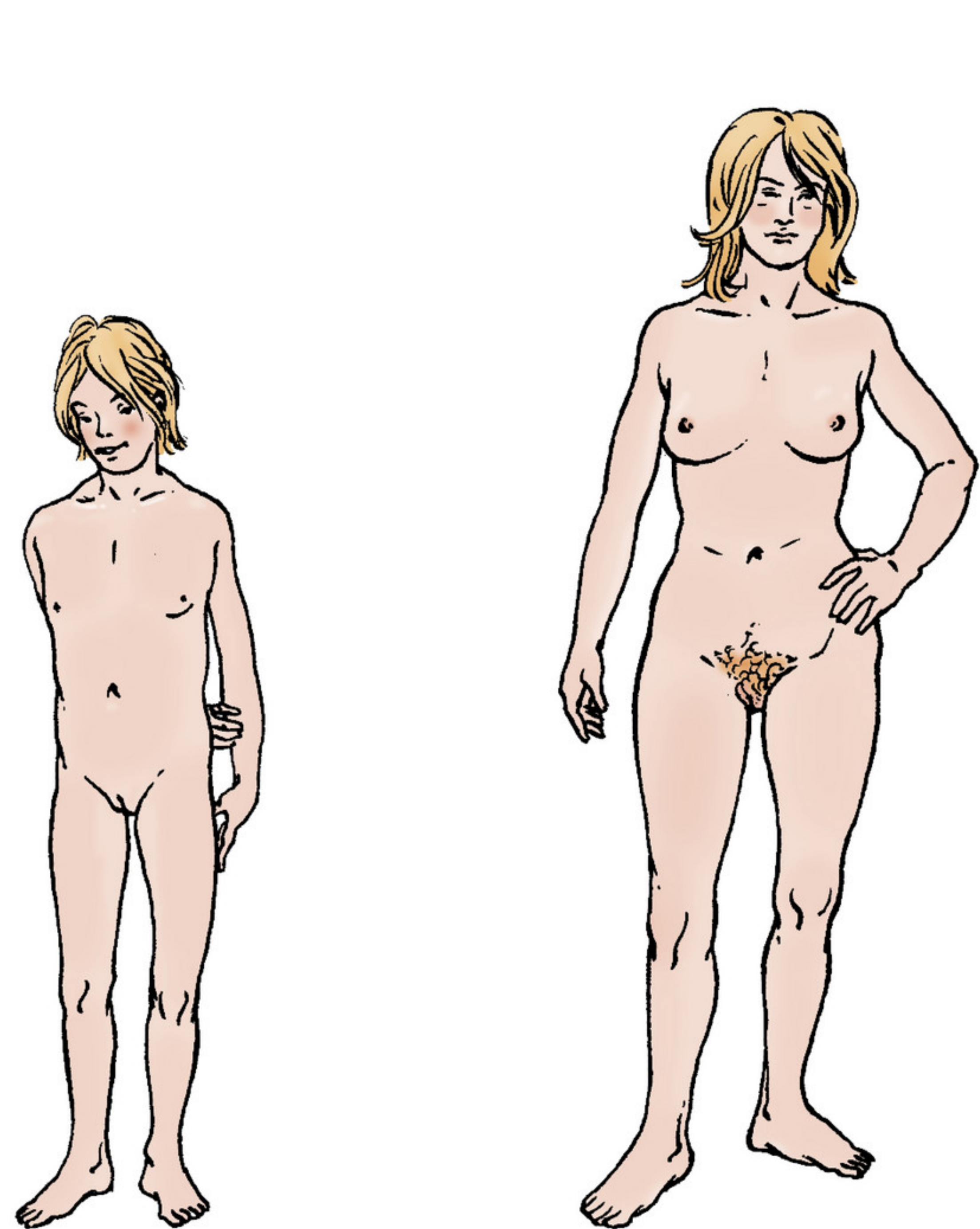
▼ Afb. 15 Geslachtskenmerken bij jongens en mannen.



1 primaire geslachtskenmerken bij een jongen

2 secundaire geslachtskenmerken bij een man

▼ Afb. 16 Geslachtskenmerken bij meisjes en vrouwen.



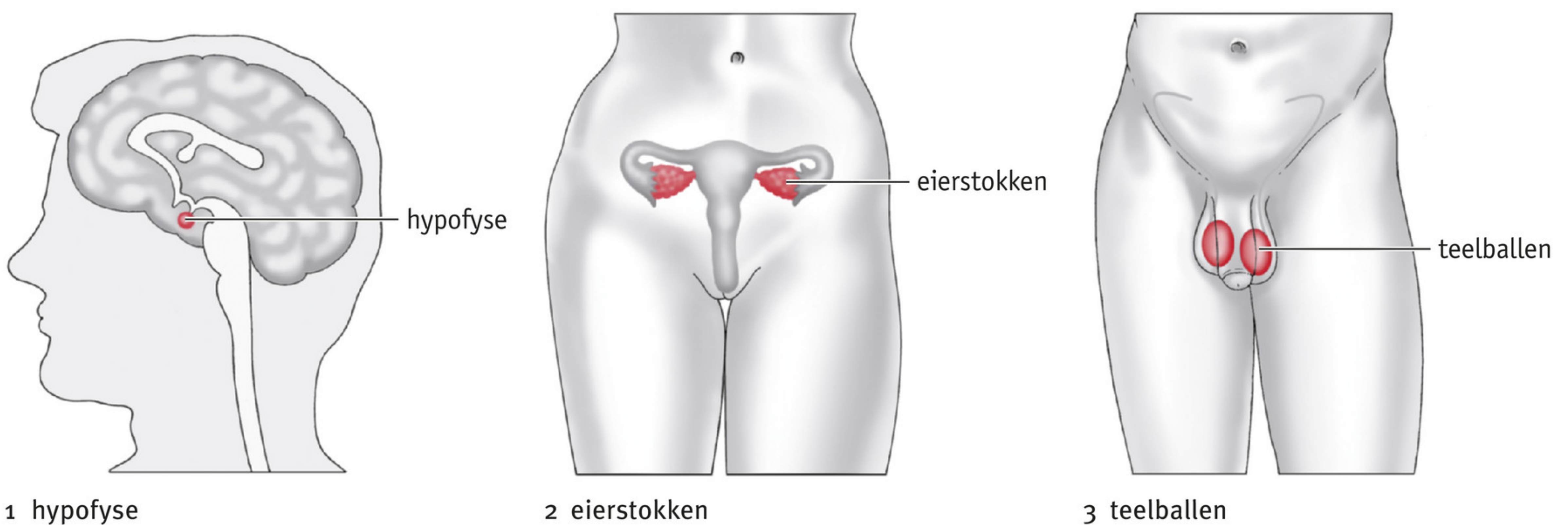
1 primaire geslachtskenmerken bij een meisje

2 secundaire geslachtskenmerken bij een vrouw

HORMONEN

De ontwikkeling van secundaire geslachtskenmerken in je lichaam wordt geregeld door hormonen. **Hormonen** zijn stoffen die allerlei processen in je lichaam regelen. Ook de voortplanting wordt geregeld door hormonen. Ze zorgen er bijvoorbeeld voor dat je in de puberteit vruchtbaar wordt. Hormonen worden geproduceerd door **hormoonklieren**. De hormoonklieren geven de hormonen af aan het bloed. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. Een belangrijke hormoonklier is de hypofyse. Deze ligt tegen de onderzijde van de hersenen aan. De eierstokken en teelballen zijn ook hormoonklieren (zie afbeelding 17).

▼ Afb. 17 De ligging van enkele hormoonklieren.



1 hypofyse

2 eierstokken

3 teelballen

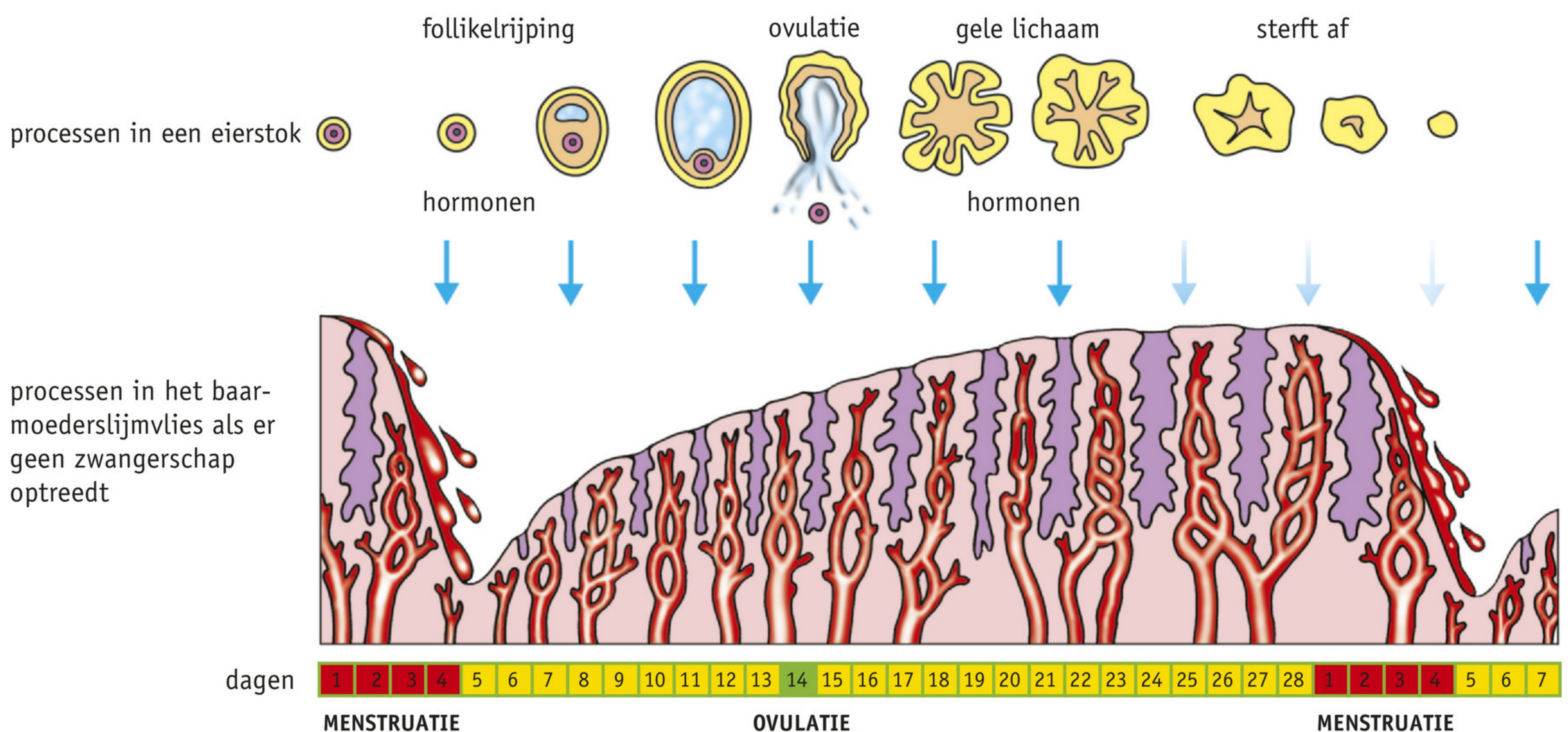
De **hypofyse** produceert vanaf de puberteit hormonen die de werking van de teelballen en eierstokken regelen. Bij jongens zorgen deze hypofysehormonen ervoor dat de teelballen zaadcellen produceren. Ook zorgen ze ervoor dat de teelballen **mannelijke geslachtshormonen** gaan maken, zoals testosteron. **Testosteron** zorgt voor de secundaire geslachtskenmerken van een man en de groei van okselhaar en schaamhaar.

Bij meisjes zorgen hypofysehormonen ervoor dat in de eierstokken follikels rijpen en dat er ovulatie optreedt. Verder zorgen hypofysehormonen ervoor dat de eierstokken **vrouwelijke geslachtshormonen (oestrogenen)** produceren. Oestrogenen zorgen voor de secundaire geslachtskenmerken van een vrouw en de groei van okselhaar en schaamhaar.

MENSTRUATIECYCLUS

Hormonen regelen ook wanneer de menstruatie van een vrouw is. Als er geen bevruchting plaatsvindt, herhalen de menstruatie en de ovulatie zich elke vier weken. Dit noemen we de **menstruatiecyclus**. De menstruatiecyclus start op de eerste dag van de menstruatie. In de eerste twee weken van de menstruatiecyclus zorgen hypofysehormonen ervoor dat er follikels rijpen in de eierstokken. Cellen uit de wand van de rijpende follikels produceren oestrogenen. Onder invloed van deze oestrogenen wordt het baarmoederslijmvlies dikker en worden er veel bloedvaten in aangelegd. In afbeelding 18 zie je het verband tussen de processen in een eierstok en de processen in het baarmoederslijmvlies, als er geen bevruchting optreedt. In de eierstokken rijpt de ene follikel sneller dan de andere. De follikels die minder snel rijpen, sterven af. Onder invloed van een ander hypofysehormoon neemt de rijpe follikel veel vocht op. Hierdoor barst de follikel open. Er treedt **ovulatie** op. Dit gebeurt meestal rondom de veertiende dag van de menstruatiecyclus. Een eikel blijft na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven. Als de eikel niet wordt bevrucht, sterft hij af. De resten worden dan via de wand van de eileiders opgenomen in het bloed.

▼ **Afb. 18** Verband tussen processen waarbij geen bevruchting optreedt (schematisch).



Na de ovulatie blijft de opengebarsten follikel achter in de eierstokken en vormt het gele lichaam. De cellen van het gele lichaam produceren hormonen, waaronder oestrogenen. Deze hormonen zorgen ervoor dat het baarmoederslijmvlies nog dikker wordt. Ze zorgen er ook voor dat klieren in het baarmoederslijmvlies stoffen gaan afscheiden. Deze stoffen kunnen als voedsel dienen voor een embryo. Het baarmoederslijmvlies is nu voorbereid op de komst van een embryo.

Als een vrijgekomen eikel niet wordt bevrucht, begint het gele lichaam af te sterven. Daardoor produceert het gele lichaam te weinig hormonen om het baarmoederslijmvlies in stand te houden. Het baarmoederslijmvlies wordt dan gedeeltelijk afgestoten (zie afbeelding 18). Hierbij komt bloed vrij. Het slijmvlies wordt met slijm en bloed via de vagina uit het lichaam verwijderd. Dit is de **menstruatie** of **ongesteld zijn**. De voorbereiding van het baarmoederslijmvlies op de innesteling van een embryo wordt ongedaan gemaakt.

Gemiddeld duurt de menstruatie ongeveer een week. Bij sommige vrouwen zijn het drie dagen, bij anderen kan het meer dan een week duren. Tijdens de menstruatie heeft een vrouw vaak last van buikkrampen. Dat komt doordat de spierlaag van de baarmoederwand samentrekt. Door deze samentrekkingen worden de stukjes baarmoederslijmvlies, slijm en bloed afgevoerd. Gemiddeld twee weken na de ovulatie is weer de eerste dag van de menstruatie. Dan begint de menstruatiecyclus opnieuw.

Er zijn maar weinig vrouwen die precies elke vier weken ongesteld worden. Vaak is de menstruatiecyclus onregelmatig. Dat betekent dat de ene menstruatiecyclus langer duurt dan de andere. Soms komt de volgende menstruatie al na drie weken, soms duurt het vijf weken of langer. Vooral in de eerste jaren na de eerste menstruatie kan de menstruatiecyclus onregelmatig zijn. Een onregelmatige menstruatiecyclus betekent ook dat niet te voorspellen is wanneer de ovulatie precies plaatsvindt.

WB OPDRACHT 17 T/M 23 BLZ. 58

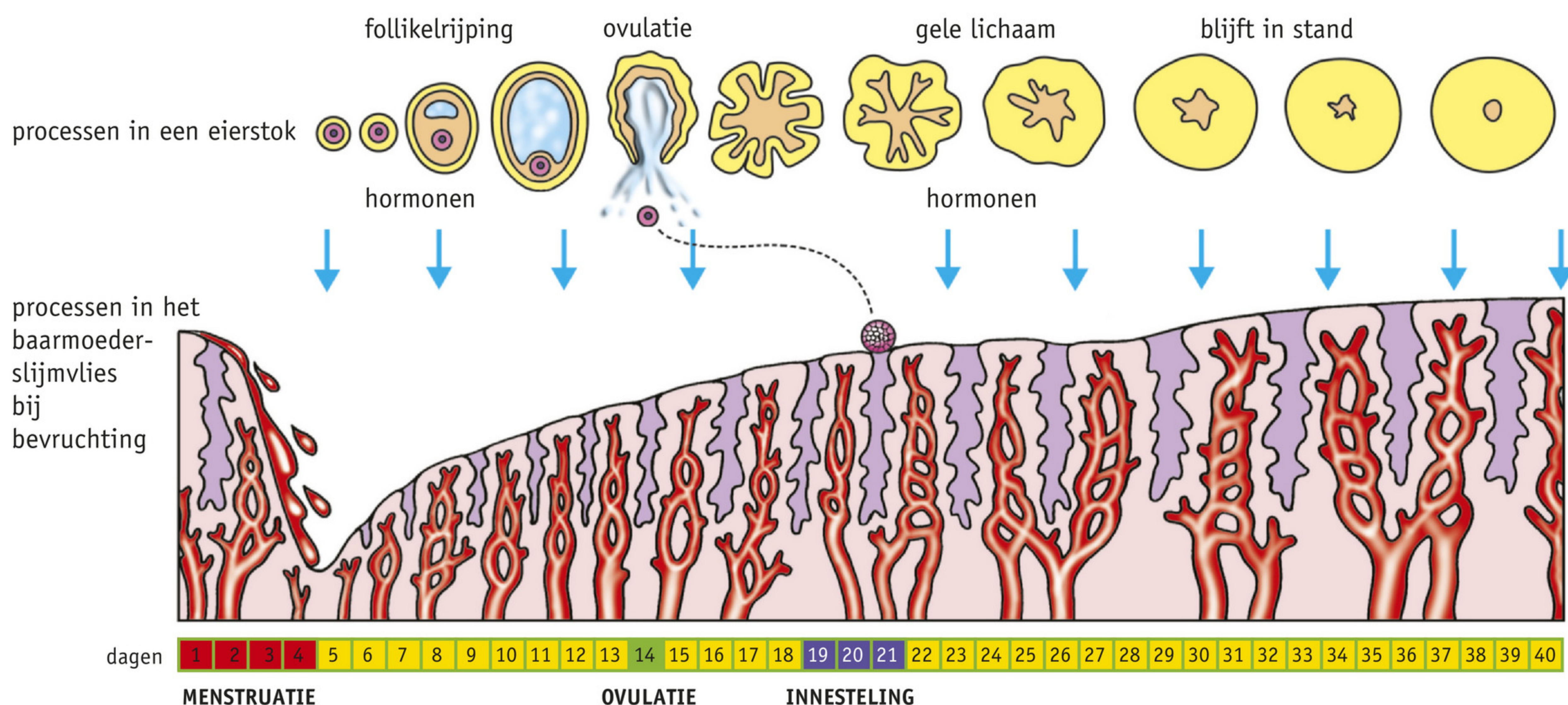
5 Bevruchting en embryonale ontwikkeling

Je kent ze vast wel, scènes uit films of series waarin vrouwen gestrest zijn: ze zijn 'over tijd'. Als een eikel niet wordt bevrucht, vindt gemiddeld elke vier weken menstruatie plaats. Bij een bevruchting van de eikel blijft de menstruatie uit en is een vrouw 'over tijd'. Het uitblijven van de menstruatie kan dus een teken zijn van zwangerschap. Maar een menstruatie kan ook door andere oorzaken later zijn of een keer worden overgeslagen, bijvoorbeeld door spanningen.

BEVRUCHTING

Als de eikel wordt bevrucht, blijft het gele lichaam in stand. Het gele lichaam blijft dan voldoende hormonen produceren om het baarmoederslijmvlies dik en goed doorbloed te houden. Het baarmoederslijmvlies wordt niet afgestoten. Er treedt geen menstruatie op. In afbeelding 19 zie je het verband tussen de processen in een eierstok en de processen in het baarmoederslijmvlies bij bevruchting.

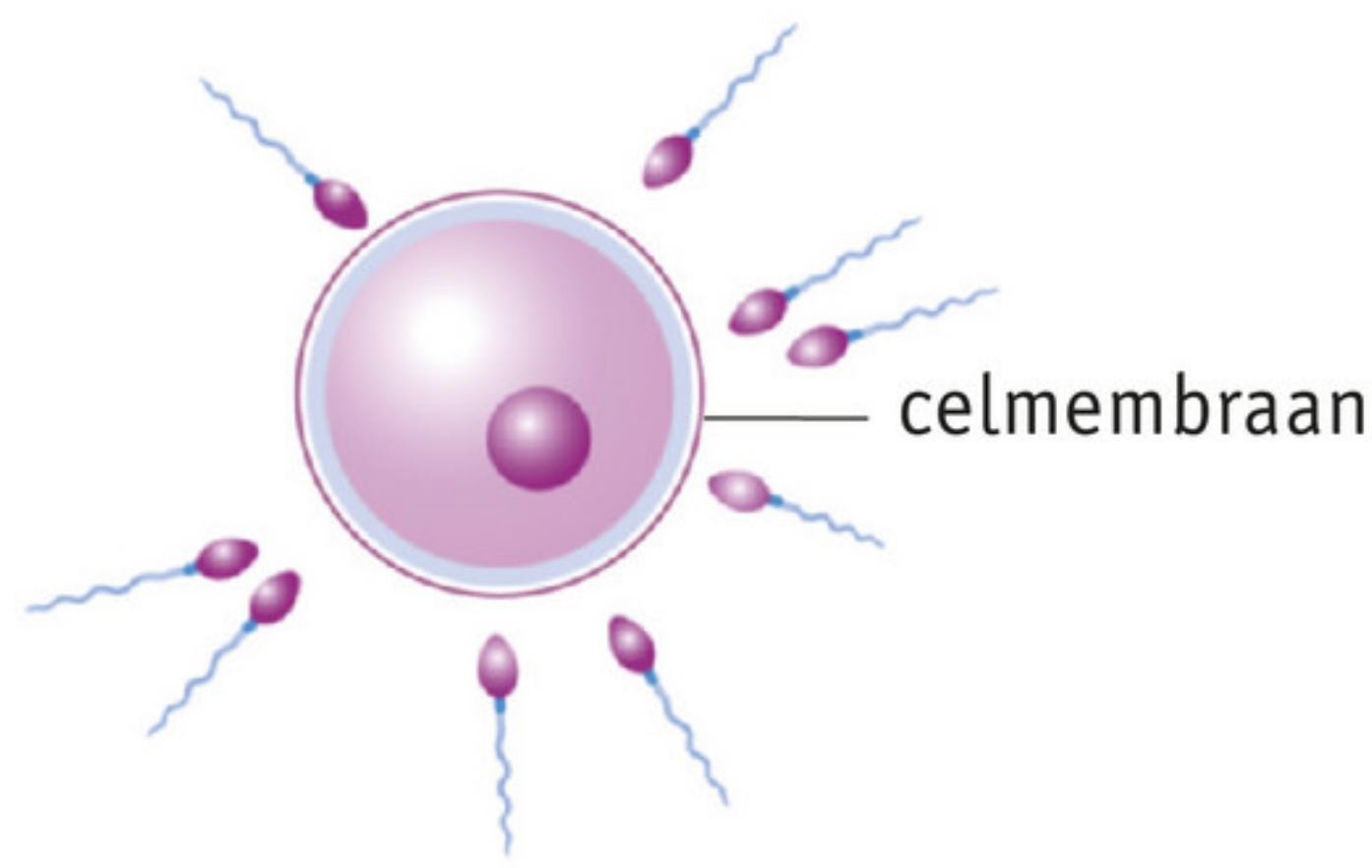
▼ **Afb. 19** Verband tussen processen waarbij bevruchting optreedt (schematisch).



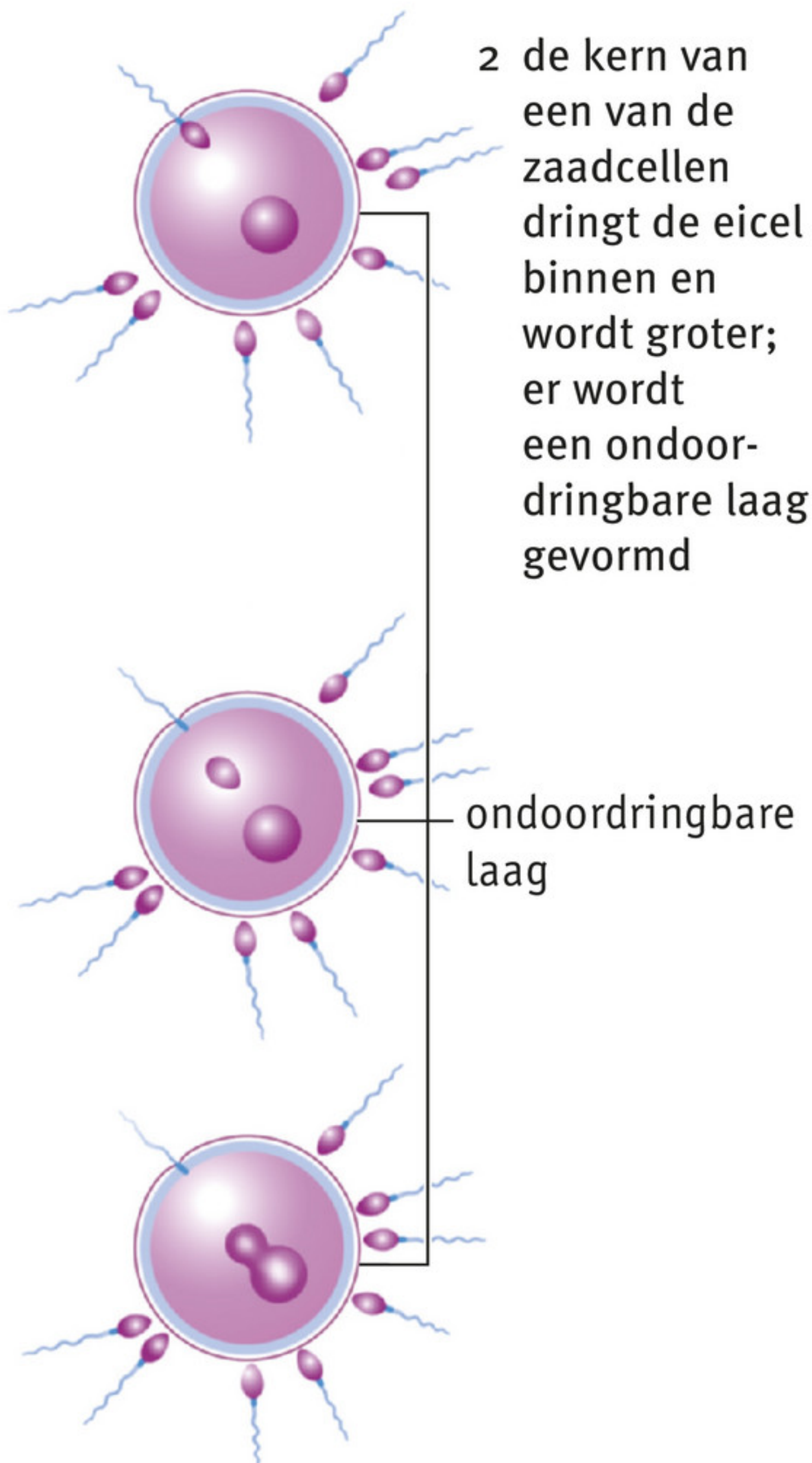
Een zaadcel kan na een zaadlozing in het lichaam van een vrouw ongeveer drie dagen in leven blijven. Een eikel blijft na de ovulatie maar 12 tot 24 uur in leven. De **vruchtbare periode** is de periode waarin bevruchting kan plaatsvinden. Voor de bevruchting moeten een eikel en levende zaadcellen in de eileider aanwezig zijn.

Een zaadcel dringt de eikel binnen door met zijn kop door het celmembraan van de eikel heen te gaan. Als één zaadcel binnen is, wordt de buitenste laag van de eikel ondoordringbaar. Hierdoor kunnen de andere zaadcellen de eikel niet meer in (zie afbeelding 20).

▼ **Afb. 20** Bevruchting van een eicel (schematisch).



1 eicel omringd door zaadcellen



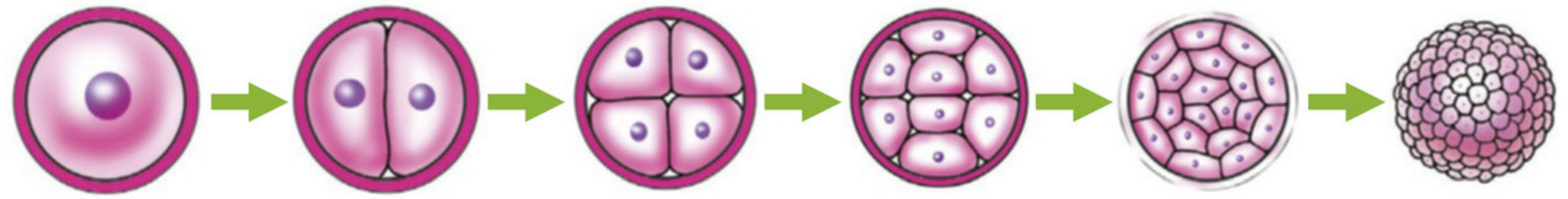
2 de kern van een van de zaadcellen dringt de eicel binnen en wordt groter; er wordt een ondoordringbare laag gevormd

ondoordringbare laag

3 de kernen van de zaadcel en de eicel versmelten met elkaar (bevruchting)

In de eileider smelten de kernen van de eicel en de zaadcel samen. Dit is de **bevruchting**. De bevruchte eicel deelt zich meteen een aantal keren (zie afbeelding 21). Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt door de eileider vervoerd naar de baarmoeder.

▼ **Afb. 21** Eerste delingen van de bevruchte eicel (schematisch).

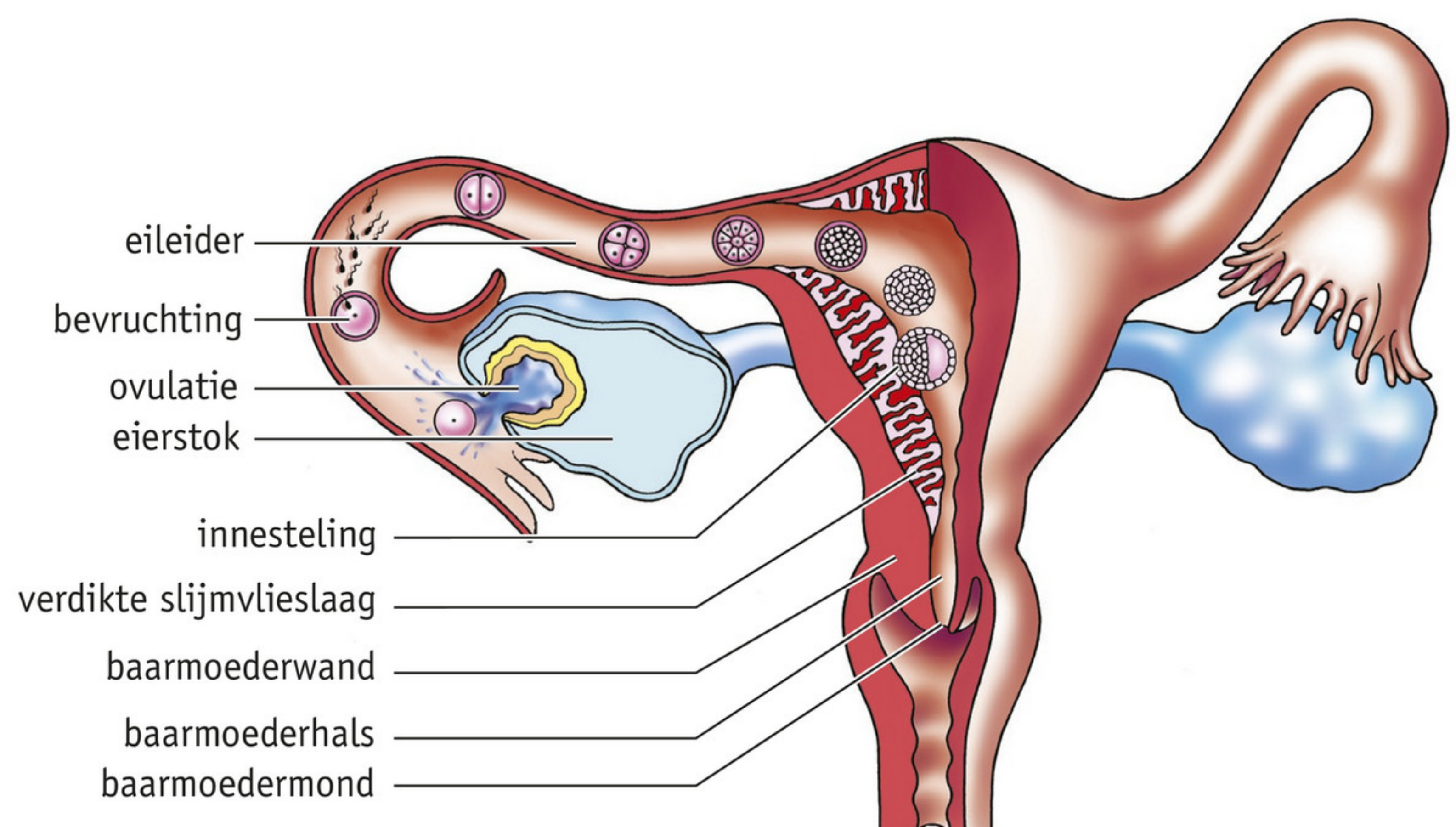


Vijf tot zeven dagen na de ovulatie komt het klompje cellen daar aan.

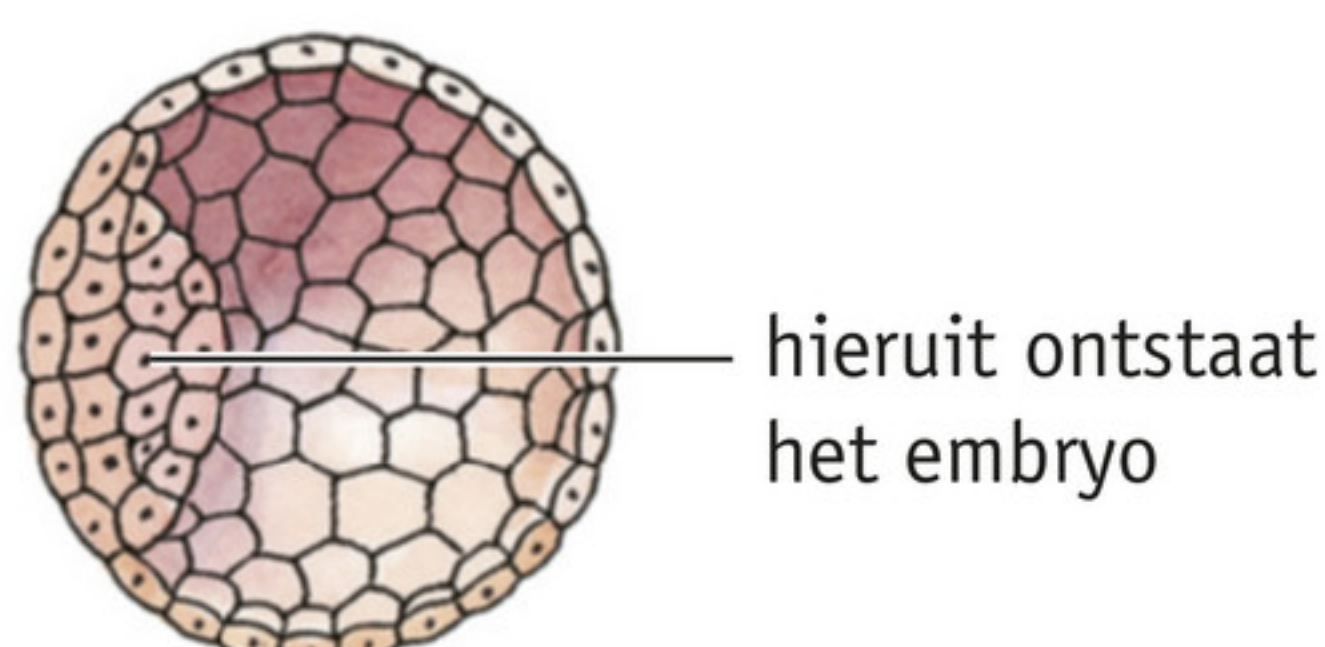
De **innesteling** vindt plaats: het klompje cellen nestelt zich in het baarmoederslijmvlies. De vrouw is nu zwanger. In afbeelding 22 zie je het vervoer van een klompje cellen naar de baarmoeder en de innesteling in het baarmoedervlies schematisch weergegeven. Als er niets misgaat, zal het klompje cellen uitgroeien tot een baby. Voordat het klompje cellen is uitgegroeid tot een baby, noemen we het een **embryo**.

Gemiddeld duurt een zwangerschap bij mensen negen maanden. Tijdens de zwangerschap produceren eerst het gele lichaam en later de placenta hormonen. Deze hormonen remmen de hypofyse. Hierdoor maakt de hypofyse geen hormonen meer die ervoor zorgen dat er in de eierstokken nieuwe follikels rijpen. Er worden dan ook geen nieuwe eicellen rijp en er treedt geen ovulatie op.

▼ **Afb. 22** Vervoer naar de baarmoeder en innesteling in het baarmoederslijmvlies (schematisch).



▼ **Afb. 23** Doorsnede klompje cellen (schematisch).

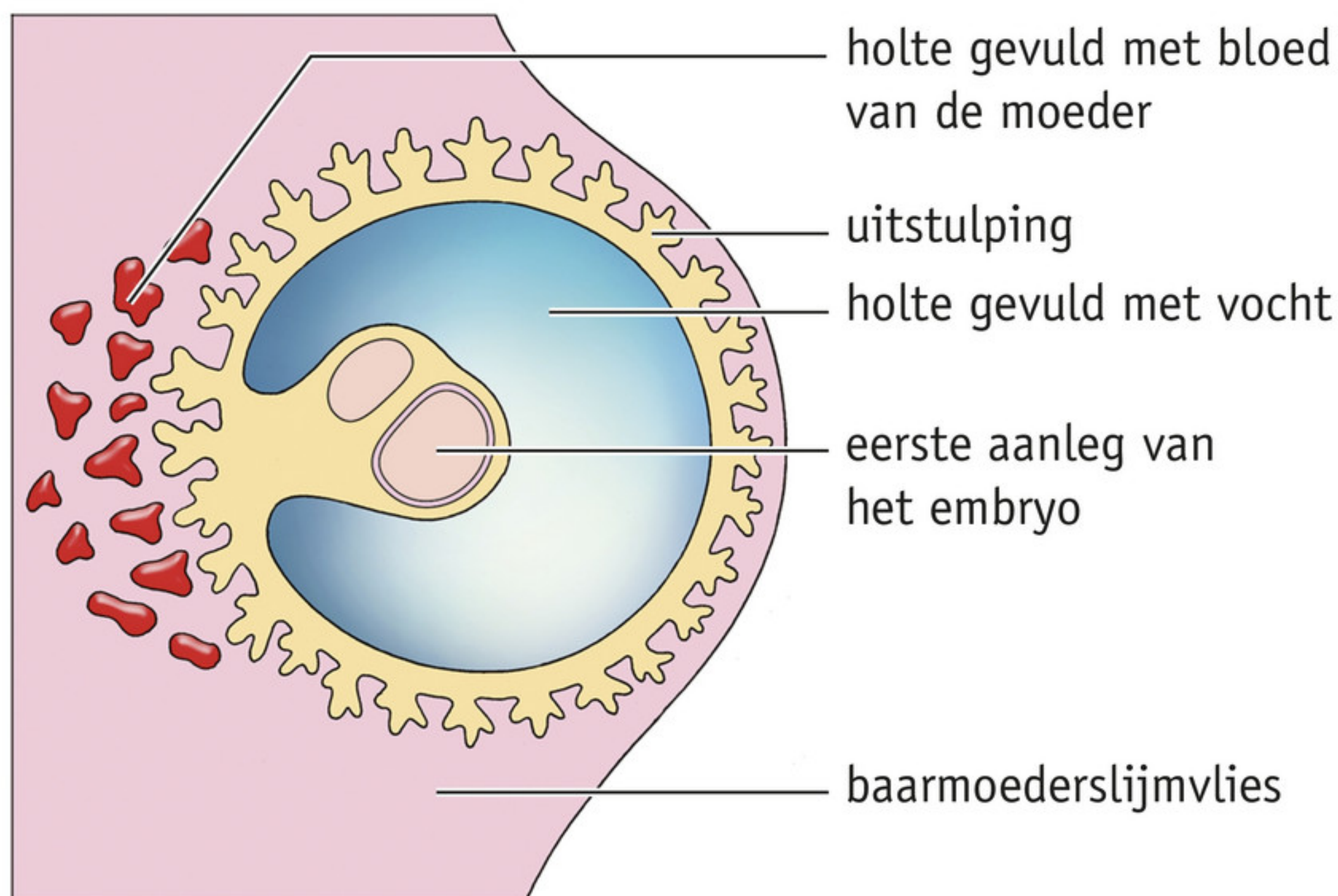


EMBRYONALE ONTWIKKELING

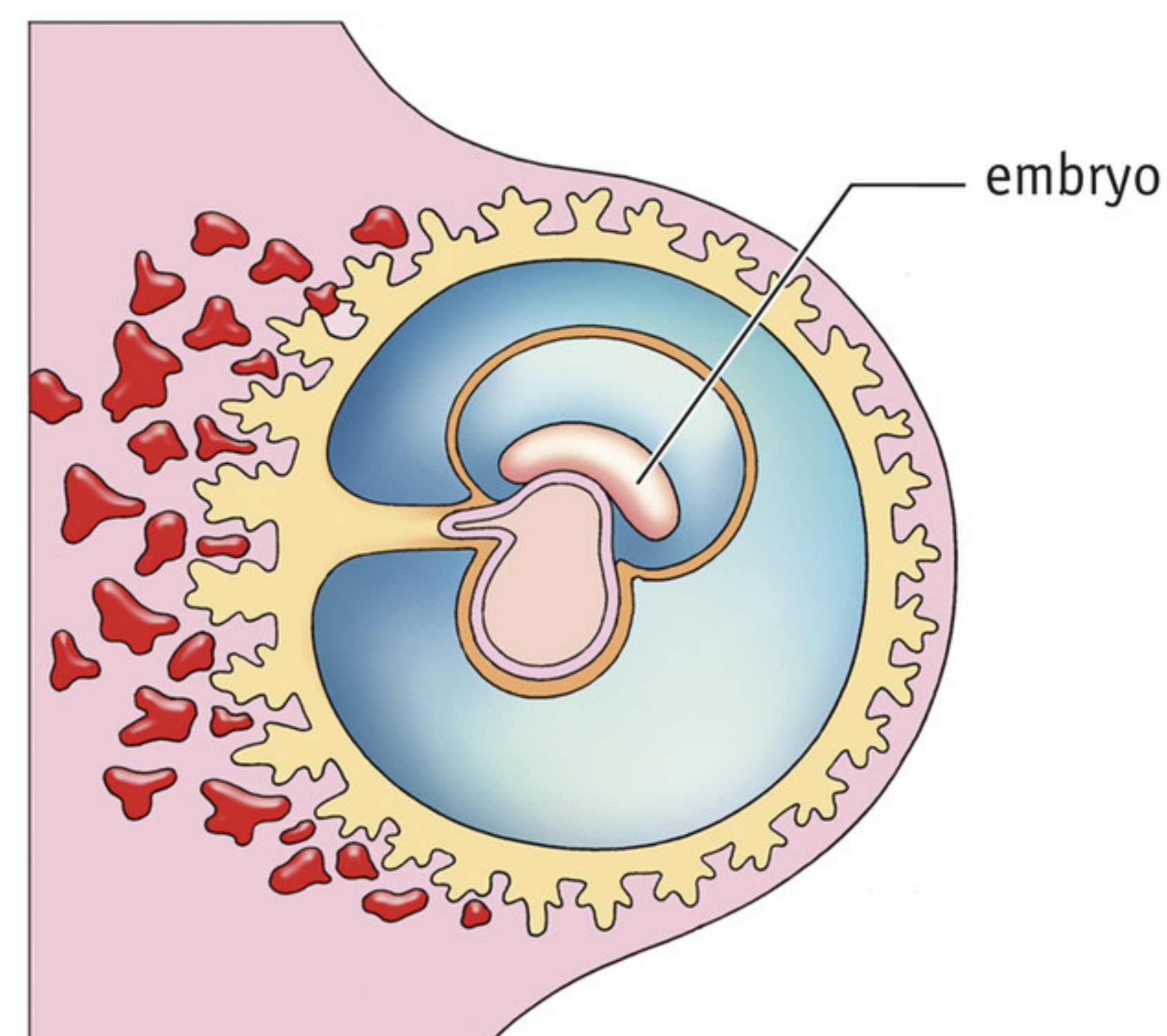
Het klompje cellen dat in de baarmoeder is genesteld, bestaat uit een holte met vocht en een verdikking. Uit deze verdikking ontstaat het embryo (zie afbeelding 23).

▼ **Afb. 24** Ontwikkeling van het embryo en de placenta (schematisch).

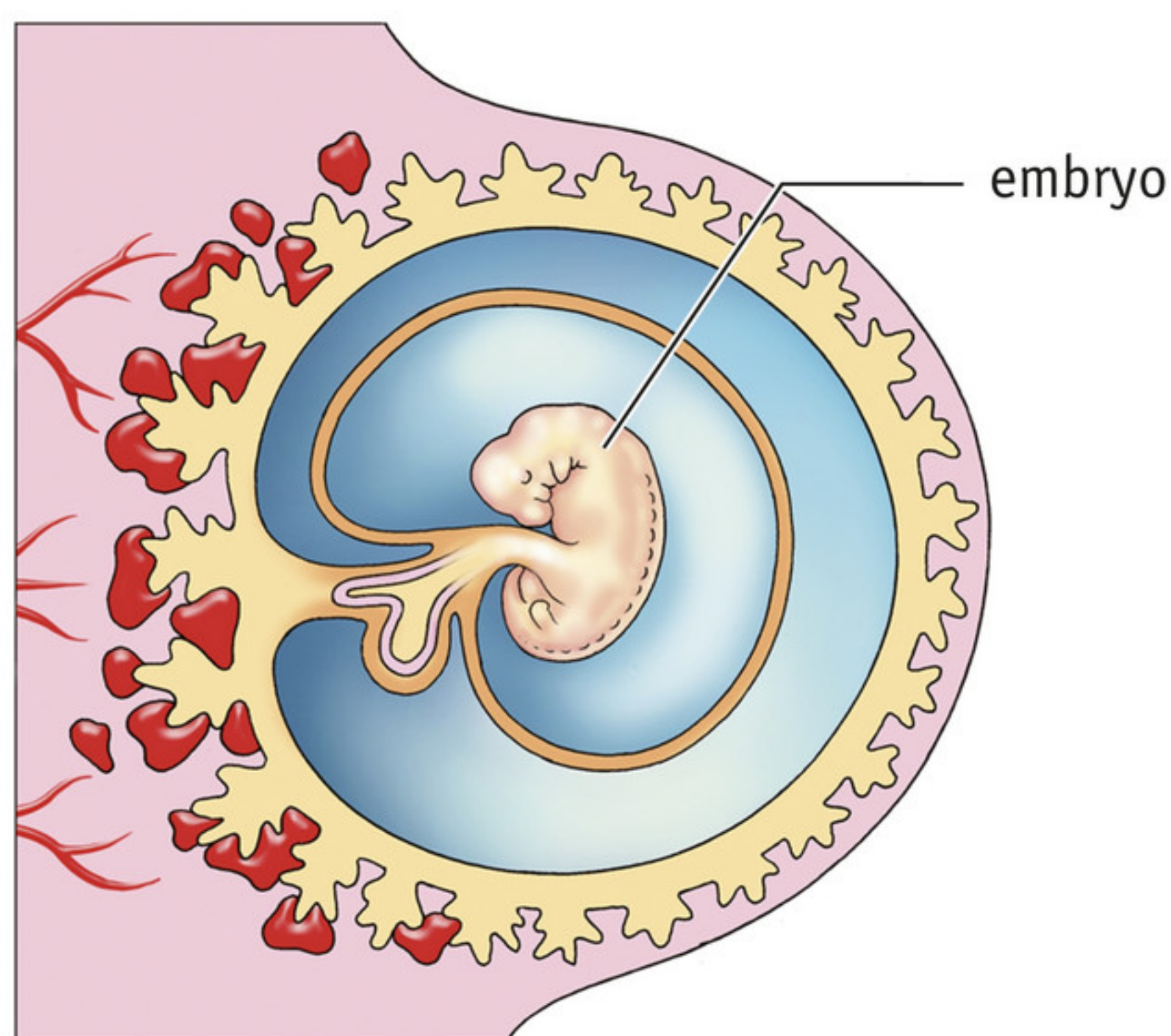
In het baarmoederslijmvlies bevinden zich holten. Langs deze holten liggen aders waar het bloed van de moeder doorheen stroomt. Na de innesteling kan het embryo zuurstof en voedingsstoffen uit dit bloed opnemen. Daardoor kan het embryo groeien. Terwijl het embryo zich ontwikkelt, ontstaat de placenta (zie afbeelding 24).



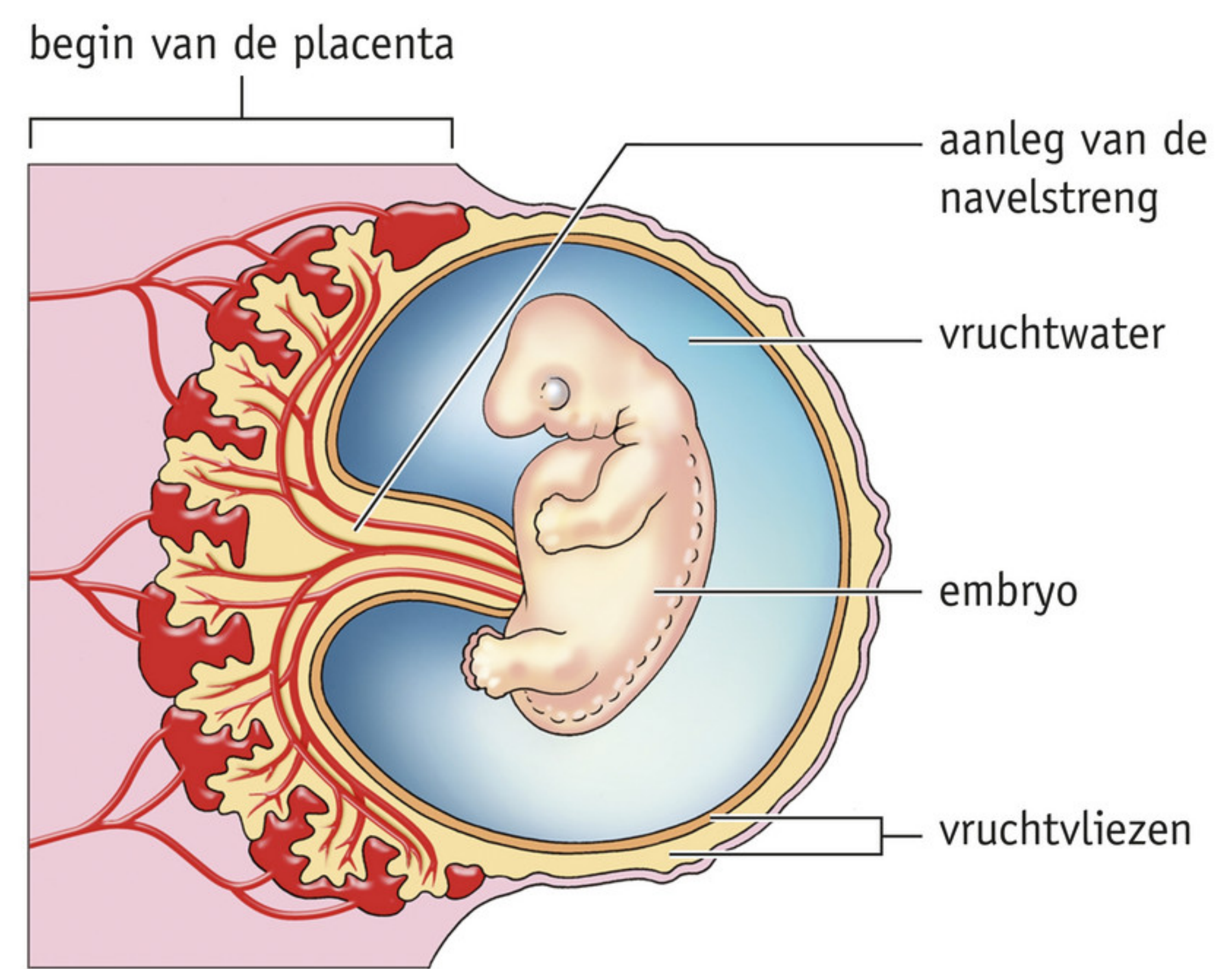
1 enkele dagen na de innesteling



2 ontwikkeling van het embryo



3 ontwikkeling van de placenta



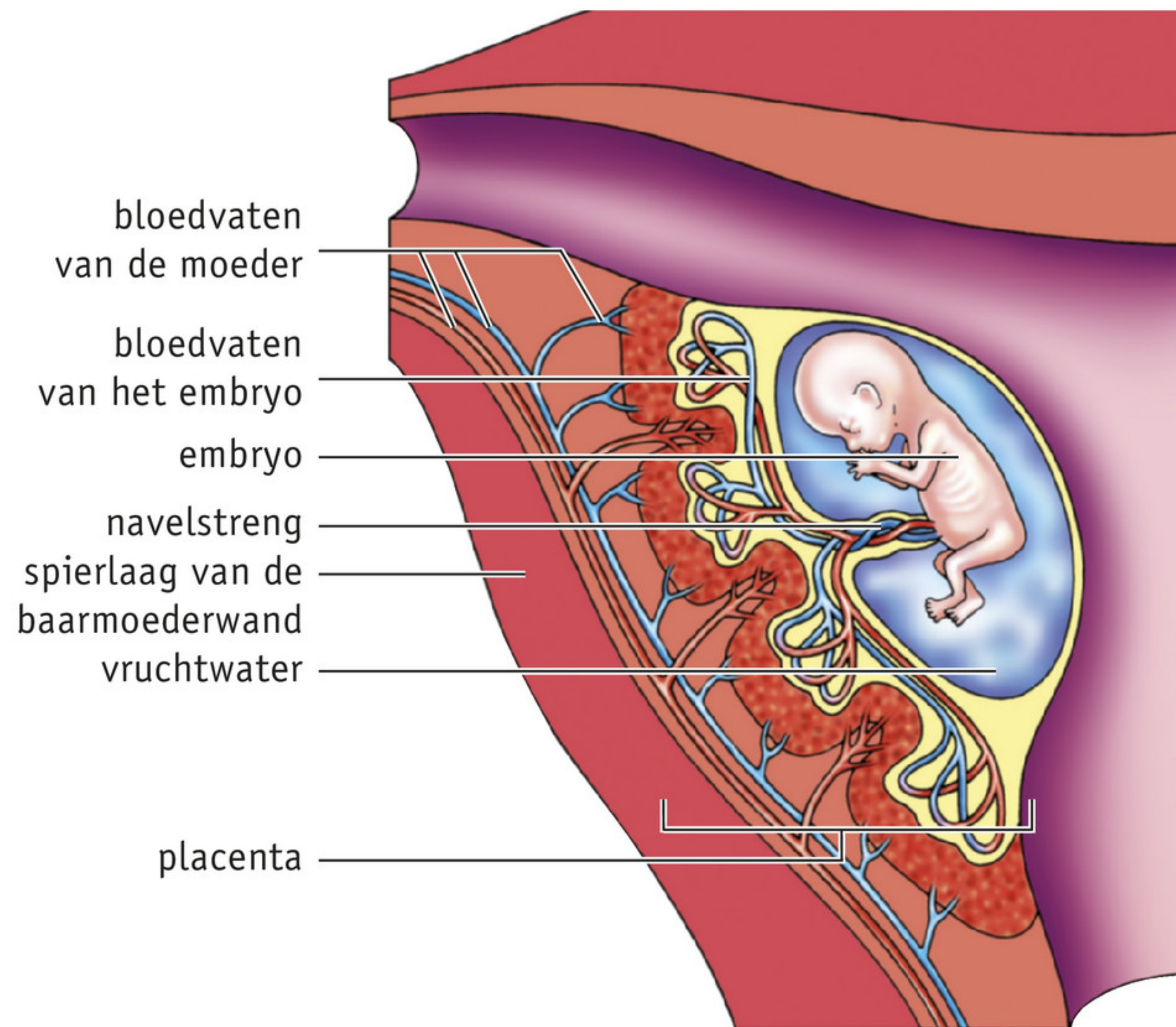
4 embryo met vruchtvliezen en placenta

PLACENTA

De **placenta** is een speciaal deel van de baarmoederwand. Het bestaat uit weefsel van het embryo en weefsel van de moeder. In de placenta stroomt bloed van het embryo vlak langs het bloed van de moeder (zie afbeelding 25). Hierdoor kunnen stoffen worden uitgewisseld tussen moeder en embryo. Het bloed van de moeder stroomt *niet* door het embryo, maar blijft gescheiden van het bloed van het embryo. Alleen bepaalde stoffen gaan van moeder naar embryo en andersom.

Zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo. Koolstofdioxide en andere afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder. Maar ook ziekteverwekkers, zoals het aidsvirus, kunnen door wanden van de bloedvaten heen. Dit geldt ook voor stoffen die schadelijk

► **Afb. 25** Embryo in de baarmoeder (schematisch).



zijn voor de ontwikkeling van het embryo, zoals sommige geneesmiddelen, alcohol, nicotine en drugs. Deze schadelijke stoffen en ziekteverwekkers komen op die manier in het bloed van het embryo terecht.

Vrouwen die tijdens de zwangerschap veel roken of drinken, brengen gemiddeld kleinere kinderen ter wereld dan vrouwen die dat niet doen. Kinderen hebben ook meer kans op afwijkingen als hun moeder tijdens de zwangerschap heeft gerookt (zie afbeelding 26).

▼ **Afb. 26**

Roken en drinken levensgevaarlijk

Zelfs met één mixdrankje tijdens de zwangerschap kun je het leven van je ongeboren kind verpesten. Nikki is drie jaar oud. In vergelijking met haar leeftijdgenoten leert ze minder snel. Ze heeft een smalle bovenlip, spleetoogjes en een platte neus. Aan haar gezicht kun je zien dat ze FASD heeft. FASD is een afkorting voor Foetal Alcohol Spectrum Disorder. De moeder van Nikki dronk tijdens de zwangerschap.

Ook roken tijdens de zwangerschap kan veel schade toebrengen aan de gezondheid van een kindje. De risico's zijn:

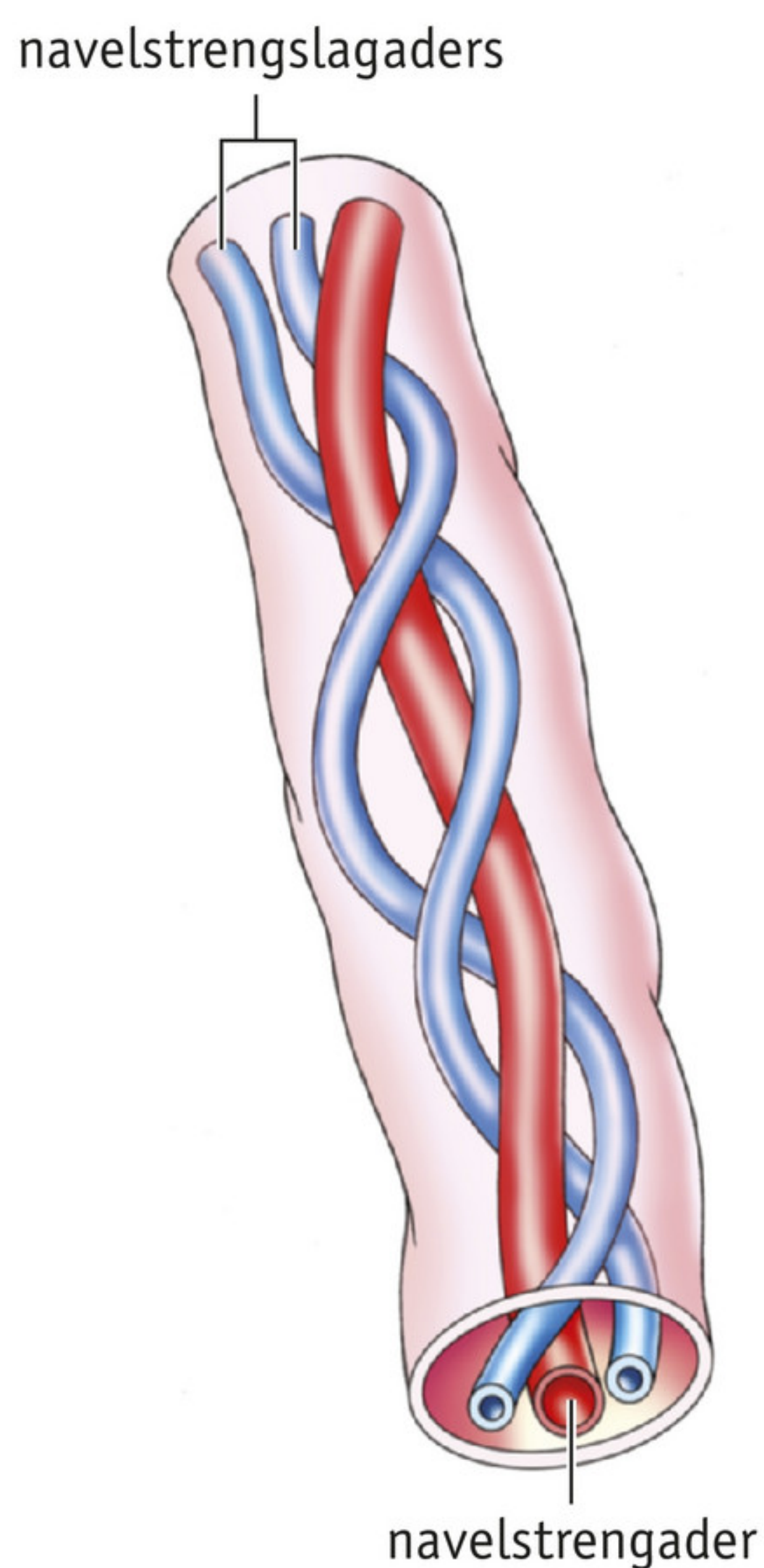
- een te vroeg geboren of te lichte baby;
- minder goed ontwikkelde organen;
- een hazenlip;
- een klompvoetje;
- oogafwijkingen;
- te vroeg loslaten van de placenta;
- te vroeg breken van de vliezen;
- een doodgeboren baby;
- wiegendood.



hersenen van een gezonde baby (links) en van een baby met FASD (rechts)

Op latere leeftijd kunnen kinderen met FASD last krijgen van overgewicht, hoge bloeddruk of problemen met hart- en bloedvaten. Ook komen gedragsproblemen voor bij deze kinderen.

▼ **Afb. 27** Bloedvaten in de navelstreng (schematisch).



NAVELSTRENG EN VRUCHTWATER

Het embryo is door de **navelstreng** verbonden met de placenta. De navelstreng bestaat helemaal uit weefsels van het embryo.

In de navelstreng lopen drie bloedvaten (zie afbeelding 27). Door twee **navelstrengslagaders** stroomt bloed van het embryo naar de placenta. Het bloed in deze slagaders is rijk aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen. De navelstrengslagaders bevatten weinig zuurstof en voedingsstoffen. Door de **navelstrengader** stroomt bloed van de placenta naar het embryo. Het bloed in deze ader bevat veel zuurstof en voedingsstoffen. De navelstrengader bevat weinig koolstofdioxide en andere afvalstoffen.

Het embryo drijft in het **vruchtwater**. Dit beschermt het embryo tegen uitdroging en stoten. Het zorgt ook voor een constante temperatuur in de baarmoeder. Het embryo kan zich in het vruchtwater gemakkelijk bewegen. Om het vruchtwater liggen twee **vruchtvliezen**. Deze bestaan uit weefsels van het embryo.

FOETUS

Na twee maanden zijn bijna alle weefsels gevormd en is het begin van alle organen aanwezig. Het embryo weegt dan ongeveer 2 g (zie afbeelding 28). Vanaf de derde maand wordt het embryo **foetus** genoemd. Het lijkt dan al meer op een mens. Vanaf vier maanden kan de moeder de bewegingen van de foetus voelen. Hersenen en spieren werken al voor de geboorte (zie afbeelding 29). Een foetus groeit flink: van ongeveer 5 cm en 28 gram bij drie maanden tot gemiddeld 50 cm en 3400 g bij de geboorte.

▼ **Afb. 28** Een embryo van zes weken met placenta.



▼ **Afb. 29** Foetussen van verschillende leeftijden.



1 drie maanden oud met vruchtvliezen en vruchtwater



2 vijf maanden oud

TWEELINGEN

Bij een normale zwangerschap wordt één eikel bevrucht door één zaadcel. Deze bevruchte eikel groeit uit tot een baby. Maar als een vrouw zwanger is van een tweeling, is dat anders gegaan.

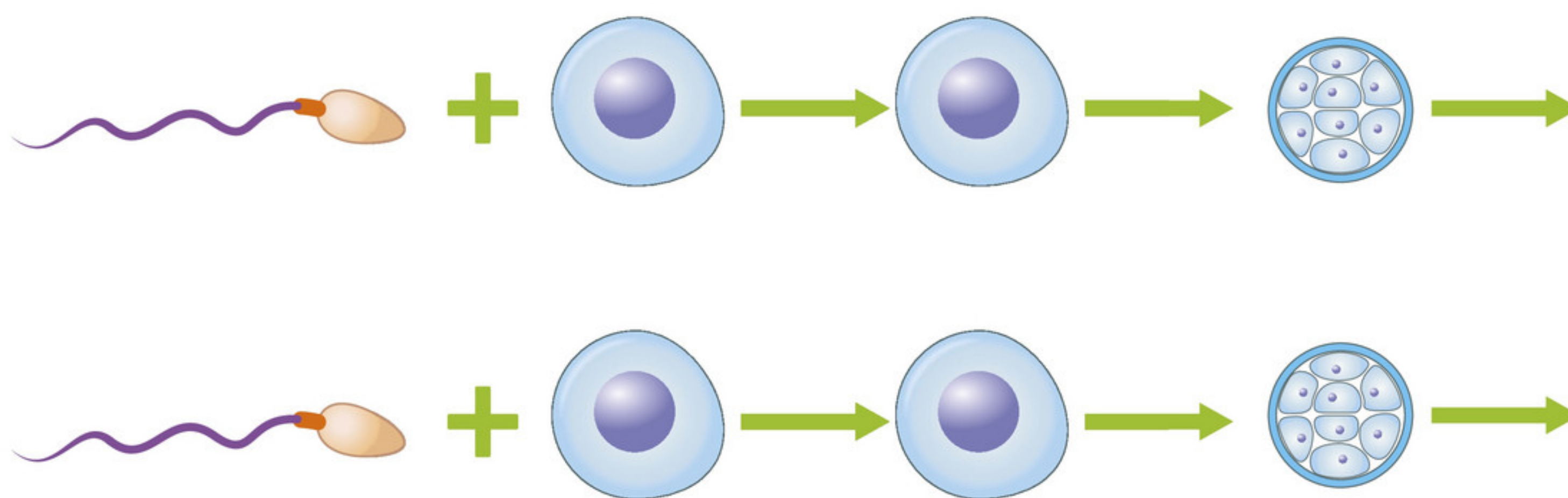
Er zijn twee soorten tweelingen: eeneiige en twee-eiige tweelingen.

Een **twee-eiige tweeling** ontstaat uit twee eicellen. Dit kan alleen als er niet één maar twee eicellen tijdens de ovulatie zijn vrijgekomen. Als beide eicellen worden bevrucht, ontstaan er twee klompjes cellen. Beide nestelen zich in het baarmoederslijmvlies (zie afbeelding 30.1).

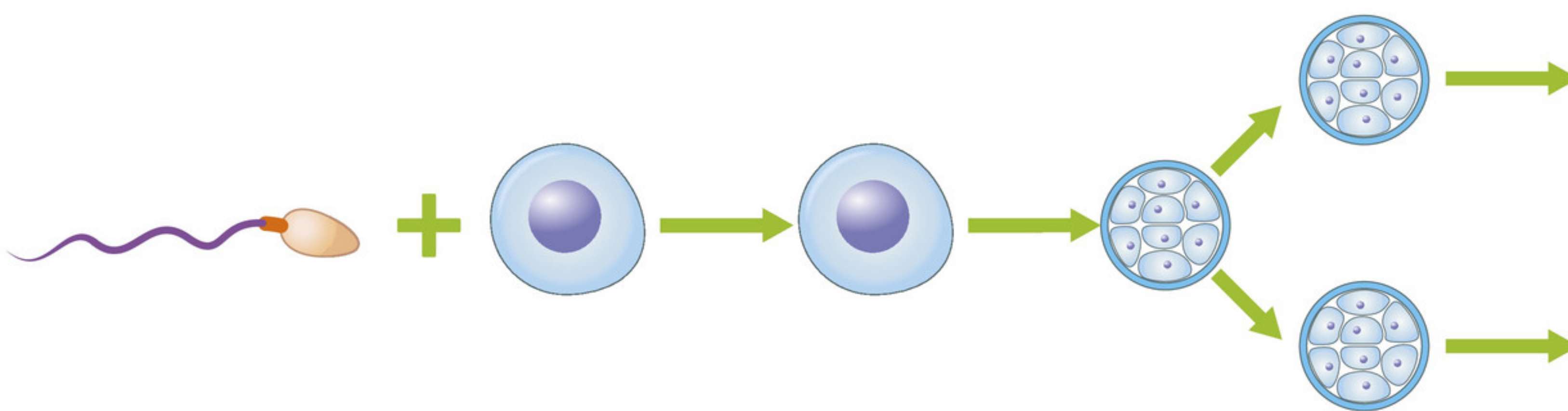
Een **eeneiige tweeling** ontwikkelt zich uit één eikel en één zaadcel. De kernen smelten samen als bij een normale bevruchting. Maar tijdens de eerste delingen raken cellen los van elkaar. Er ontstaan dan twee klompjes cellen. Beide klompjes cellen nestelen zich in het baarmoederslijmvlies (zie afbeelding 30.2).

WB OPDRACHT 24 T/M 33 BLZ. 63

▼ Afb. 30 Tweelingen.



1 twee-eiige tweeling



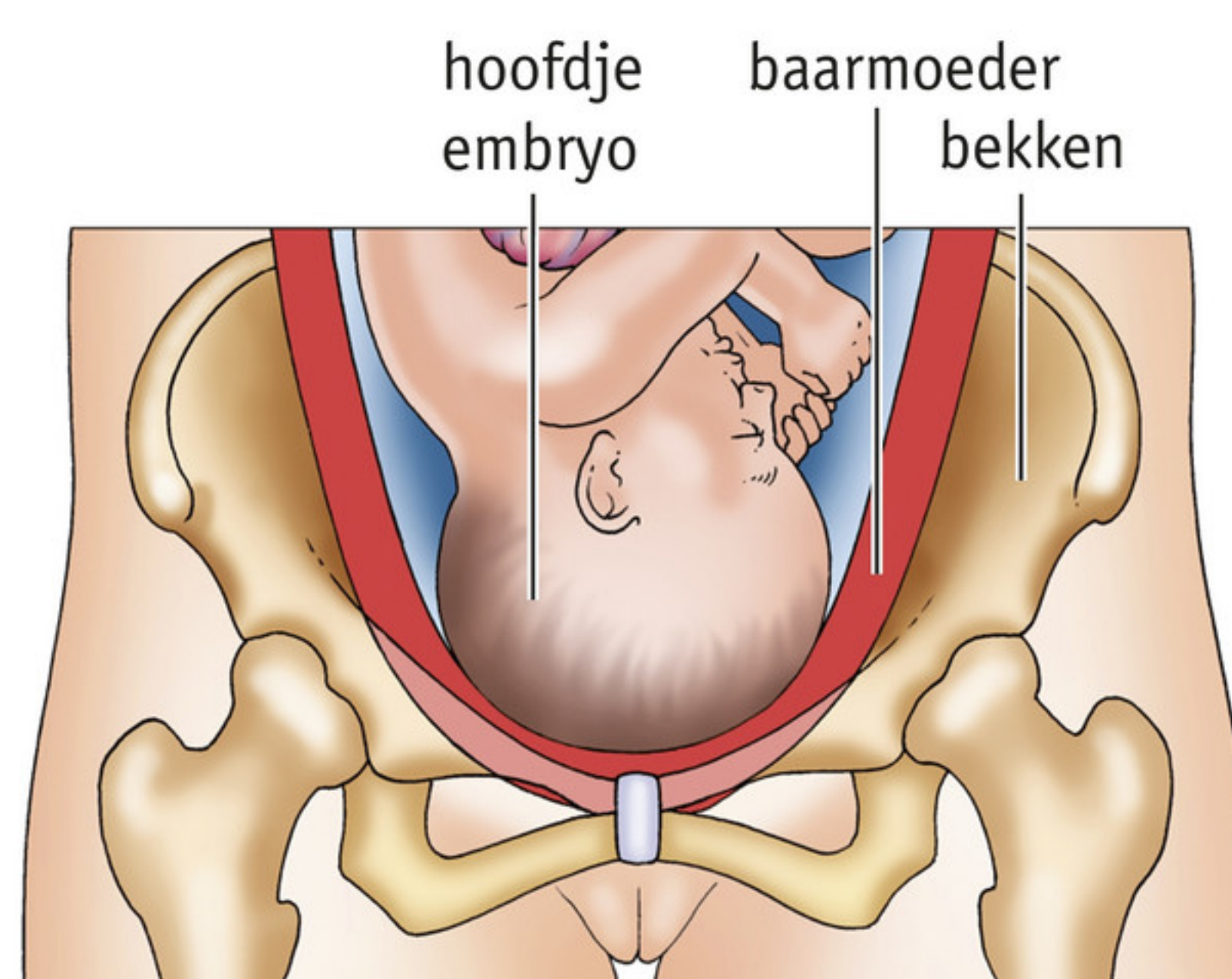
2 eeneiige tweeling

6 Geboorte en verdere ontwikkeling

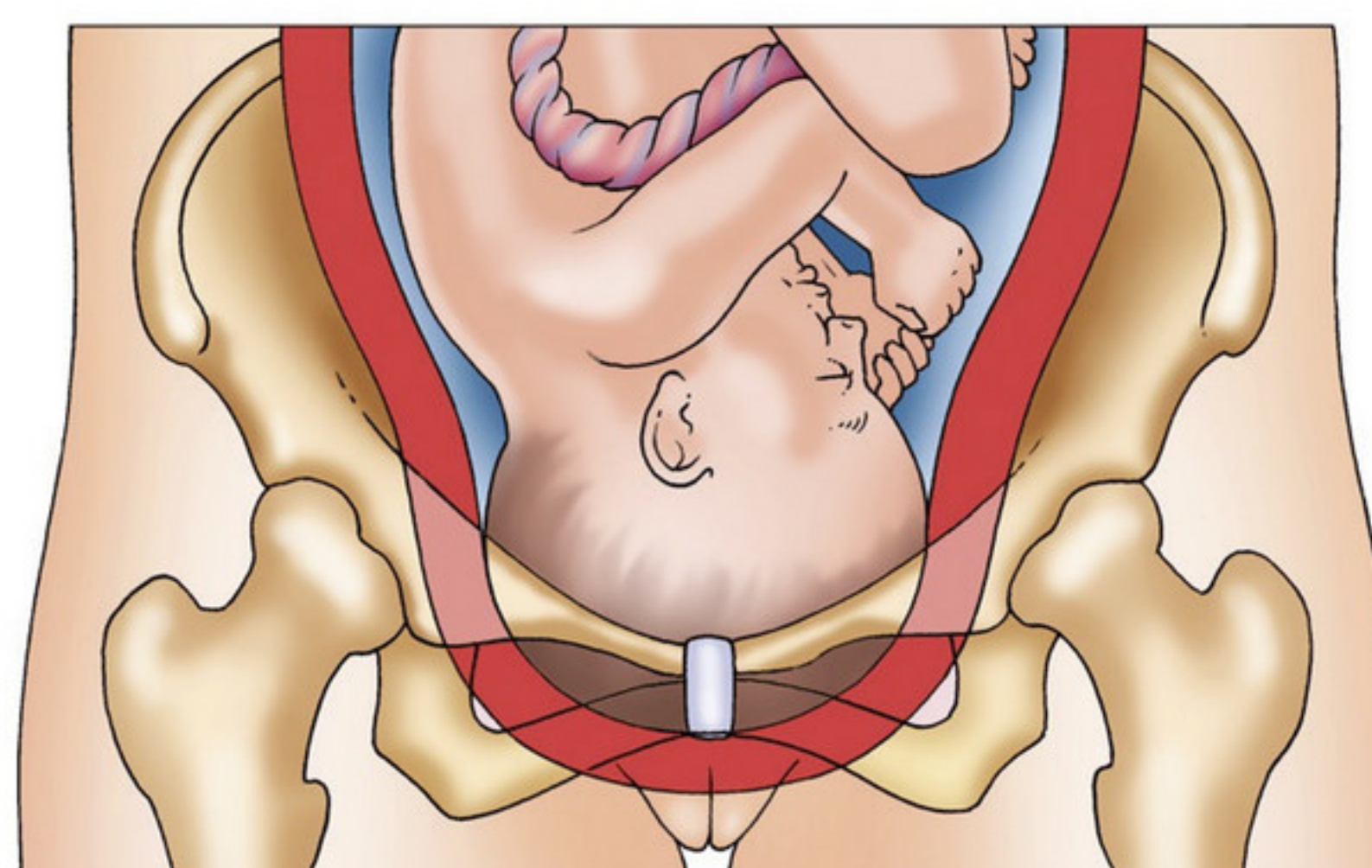
Na negen maanden van groei en ontwikkeling is de foetus er klaar voor: de geboorte kan beginnen.

De **indaling** begint een paar weken voor de bevalling. Hierbij zakt het hoofdje van de foetus naar beneden (zie afbeelding 31). Vanaf de tweede zwangerschap begint de indaling meestal wat later.

▼ **Afb. 31** Indaling (schematisch).



1 ligging van de foetus voor het indalen

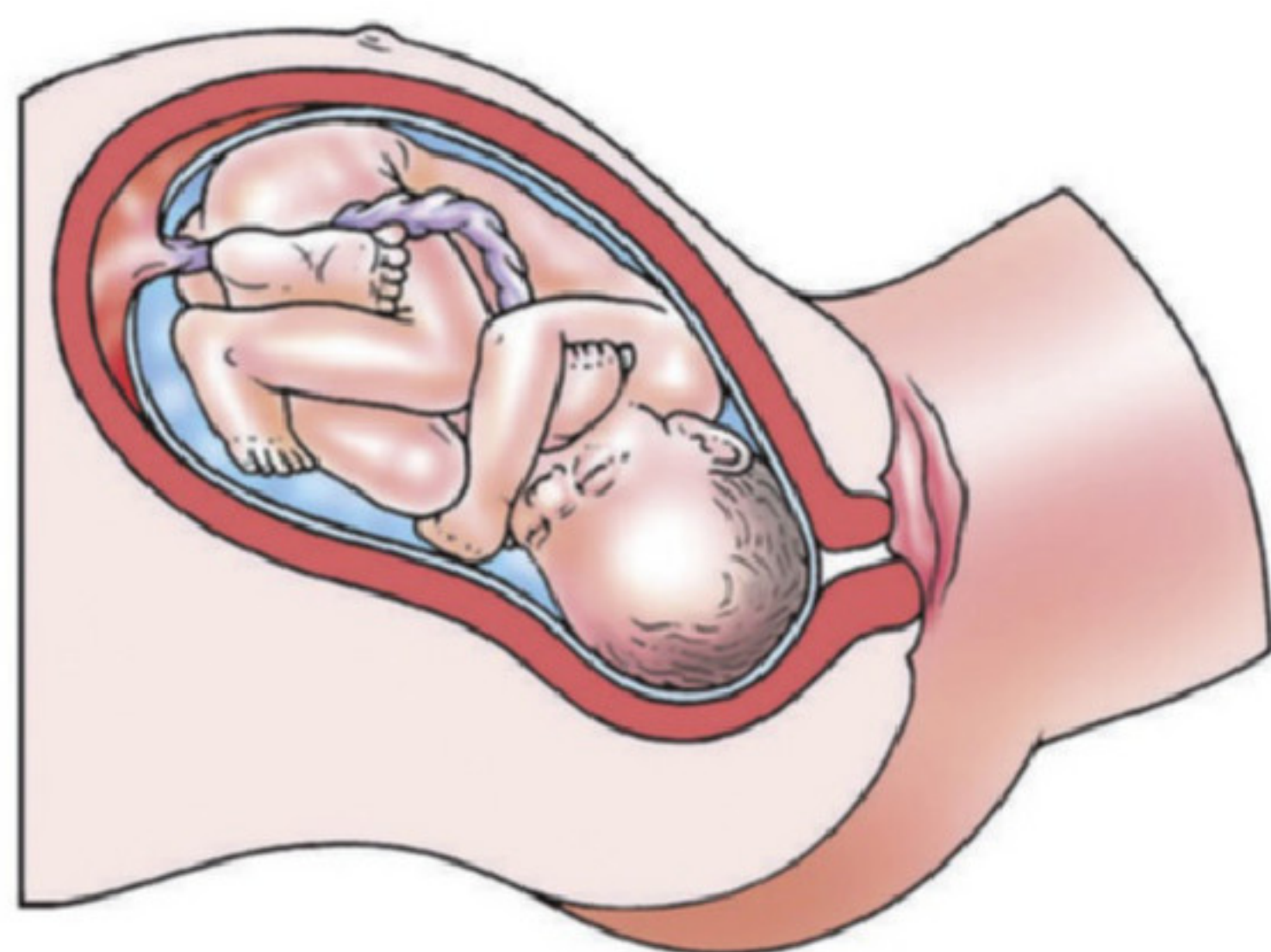


2 ligging van de foetus na het indalen

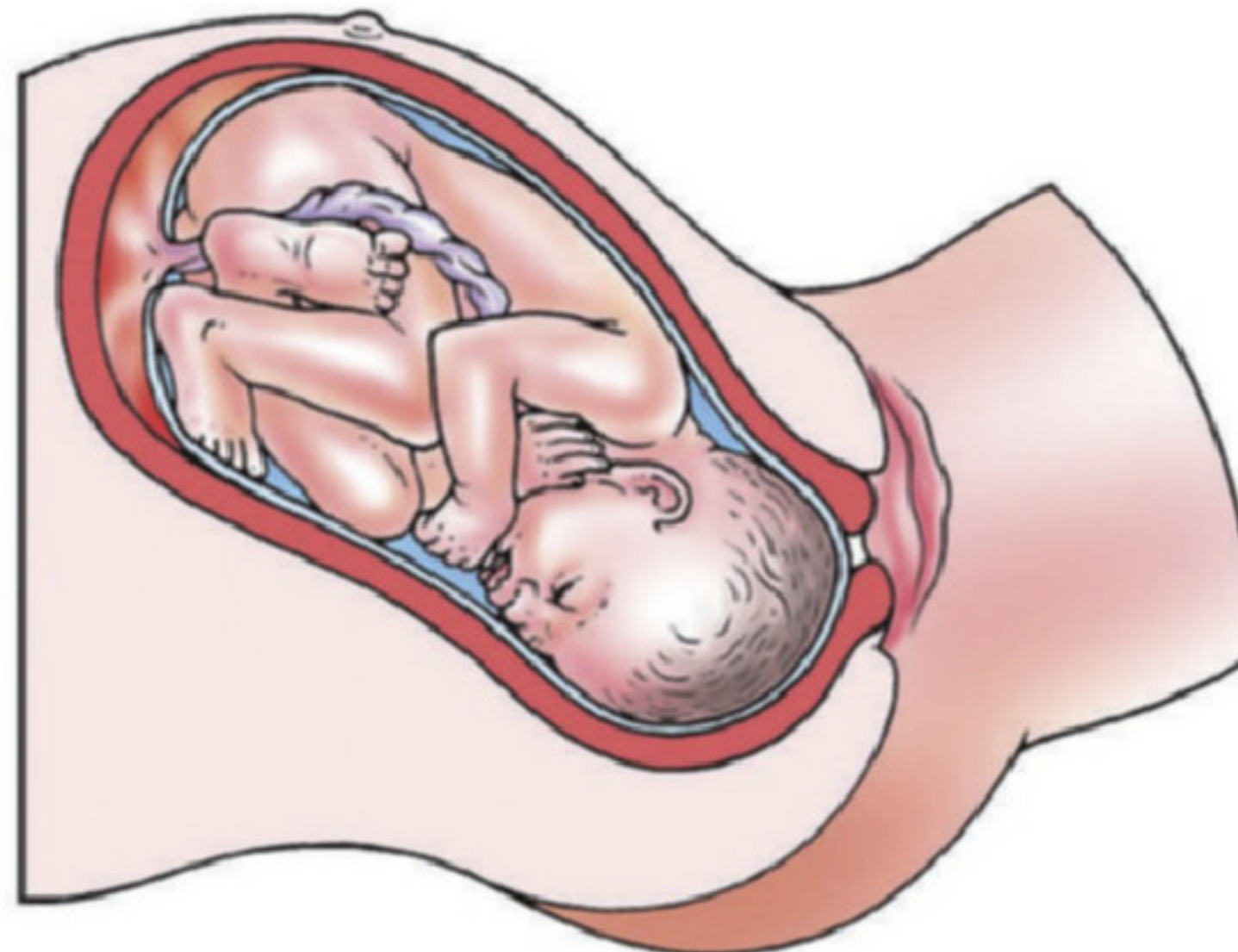
BEVALLING

De bevalling begint met de **weeën**. Hierbij trekken spieren in de baarmoederwand zich af en toe samen. Na een tijdje trekken ze steeds vaker samen. Tijdens de weeën worden de baarmoederhals en baarmoedermond wijder. Dat heet de **ontsluiting**. Hierbij breken meestal de vruchtvliezen, waardoor het vruchtwater naar buiten komt (zie afbeelding 32). De opening die ontstaat bij de ontsluiting, moet groot genoeg zijn voor het hoofdje van de foetus. Het kan wel twintig uur duren voordat de ontsluiting groot genoeg is. Hierna vindt de **uitdrijving** plaats (zie afbeelding 33). De weeën worden dan steeds krachtiger. Ook gaan spieren in de buikwand zich samentrekken. Door deze **persweeën** wordt het kind naar buiten geperst. De uitdrijving kan van enkele seconden tot wel twee uur duren.

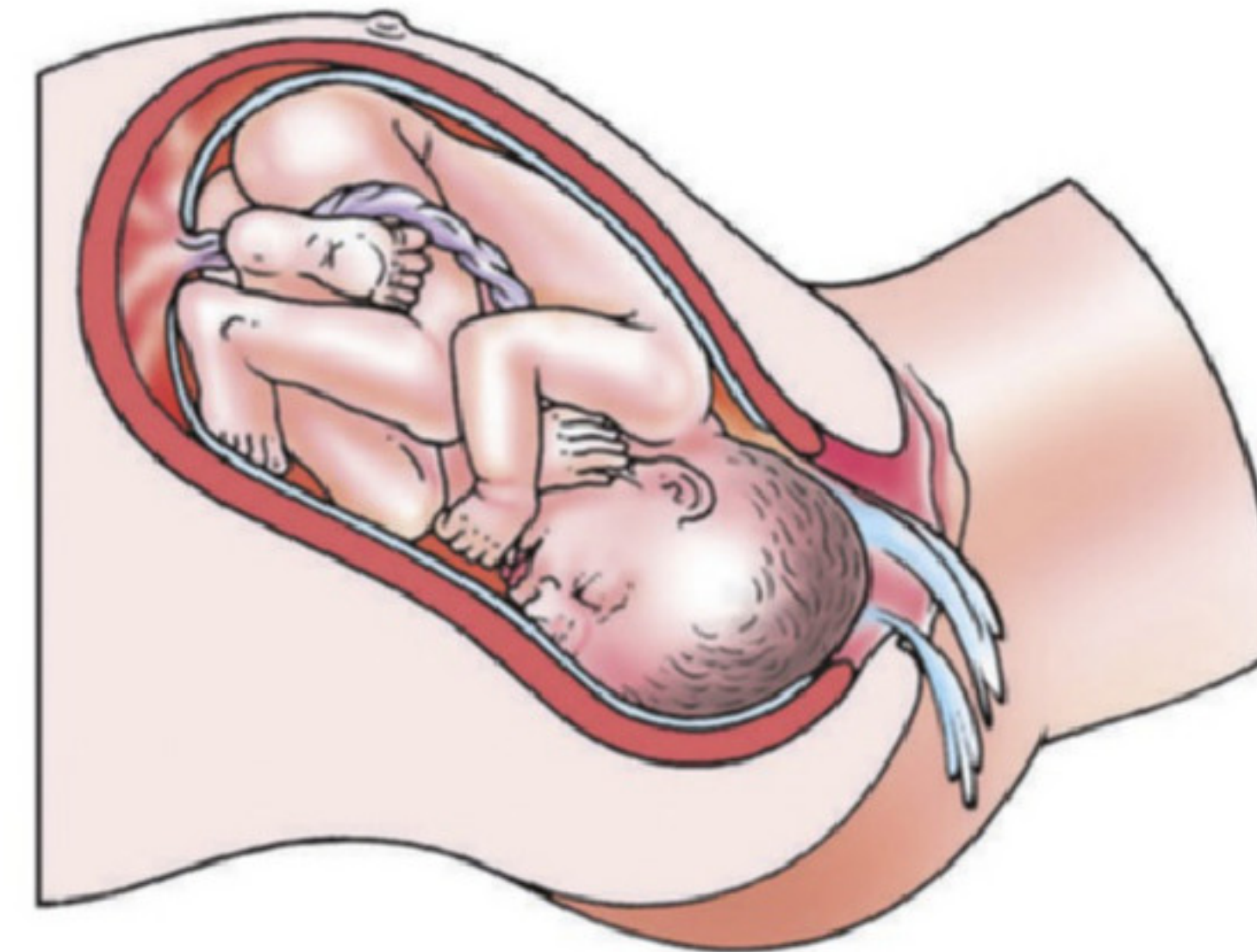
▼ **Afb. 32** Ontsluiting (schematisch).



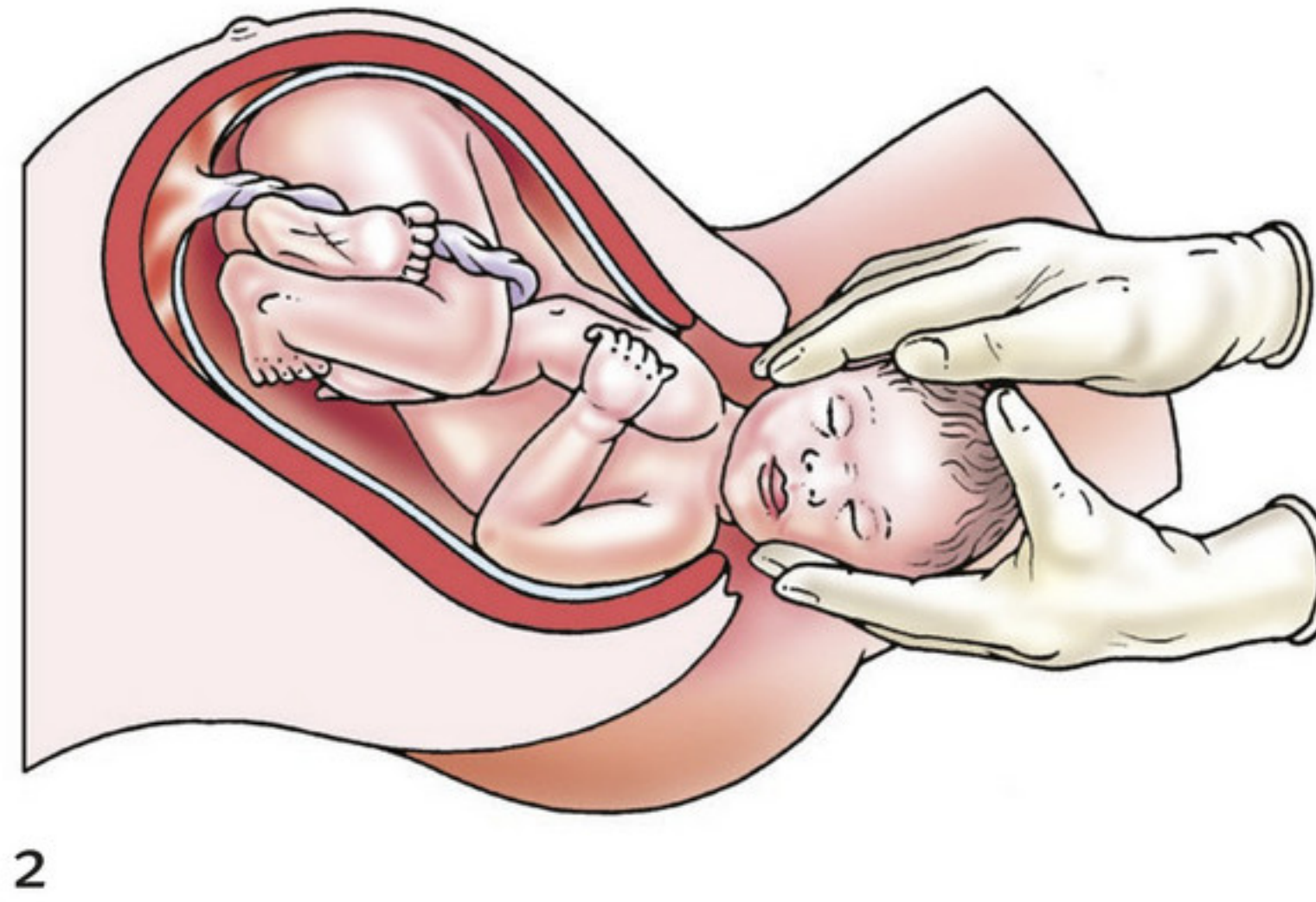
1 de indaling



2 de onderkant van de baarmoeder wordt wijder



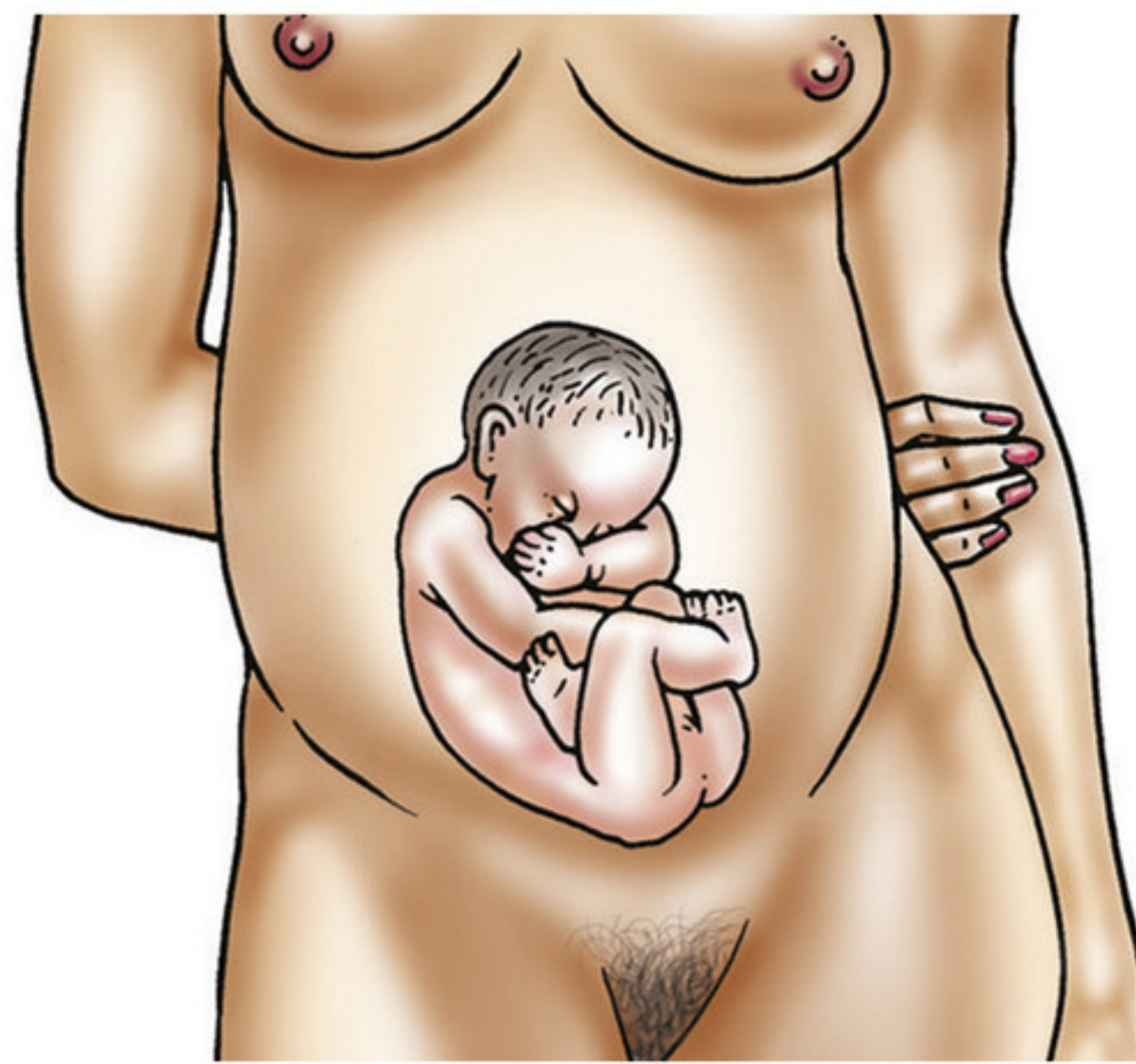
3 de vliezen breken en het vruchtwater komt naar buiten

▼ **Afb. 33** Uitdrijving (schematisch).**LIGGING VAN DE FOETUS**

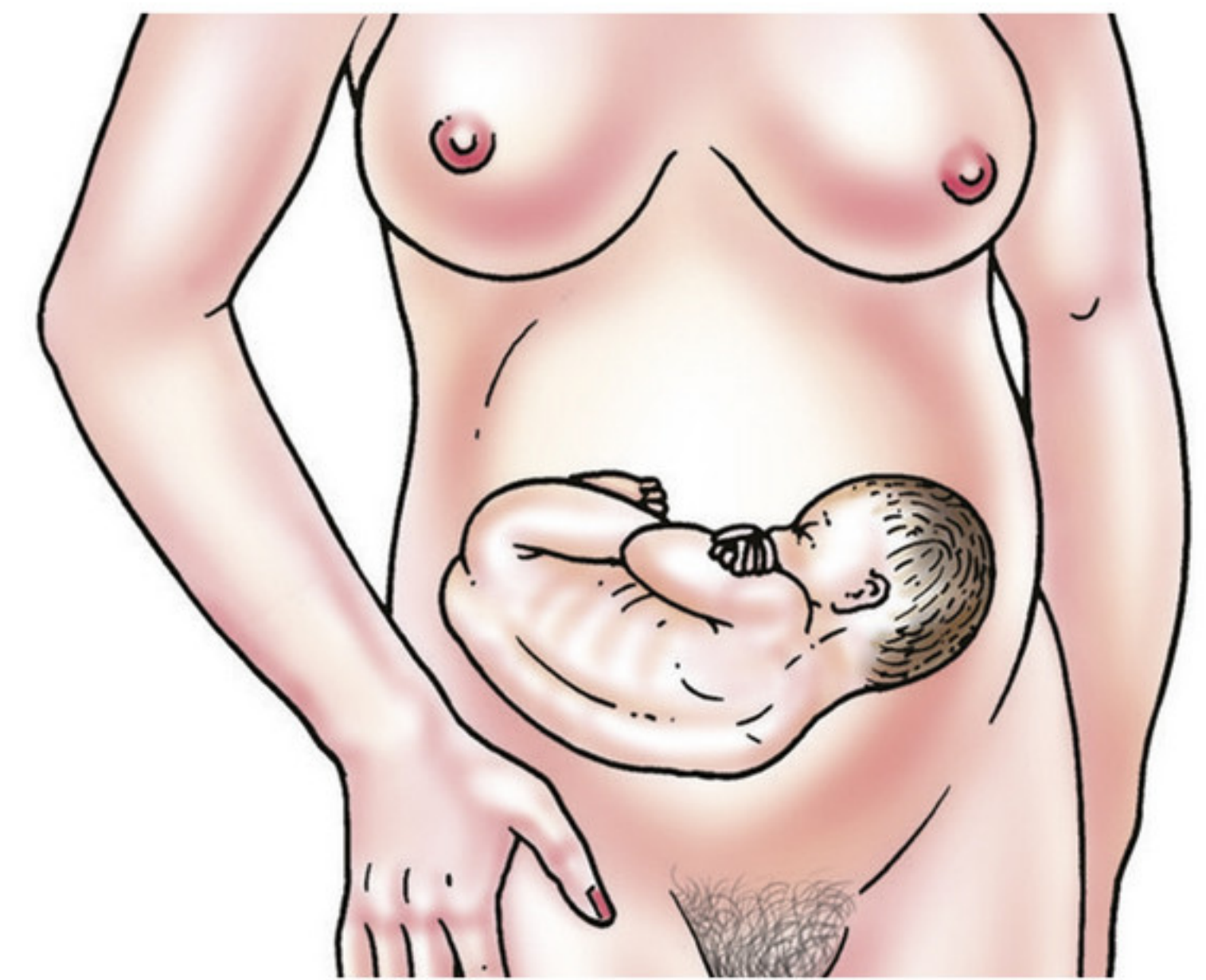
Aan het einde van een normale zwangerschap ligt het hoofdje naar beneden. Bij de bevalling komt dan het hoofdje het eerste naar buiten, maar er zijn uitzonderingen. Bij een **stuitligging** ligt het kindje met het kontje naar beneden. Bij een **dwarsligging** ligt het kind met zijn ruggetje naar beneden (zie afbeelding 34). Bij een stuitligging en een dwarsligging wordt vrijwel altijd voor een keizersnede gekozen. Bij een **keizersnede** komt de baby met behulp van een operatie via de buikwand ter wereld.

▼ **Afb. 34** Ligging van de foetus in de moederbuik (schematisch).

1 normale ligging



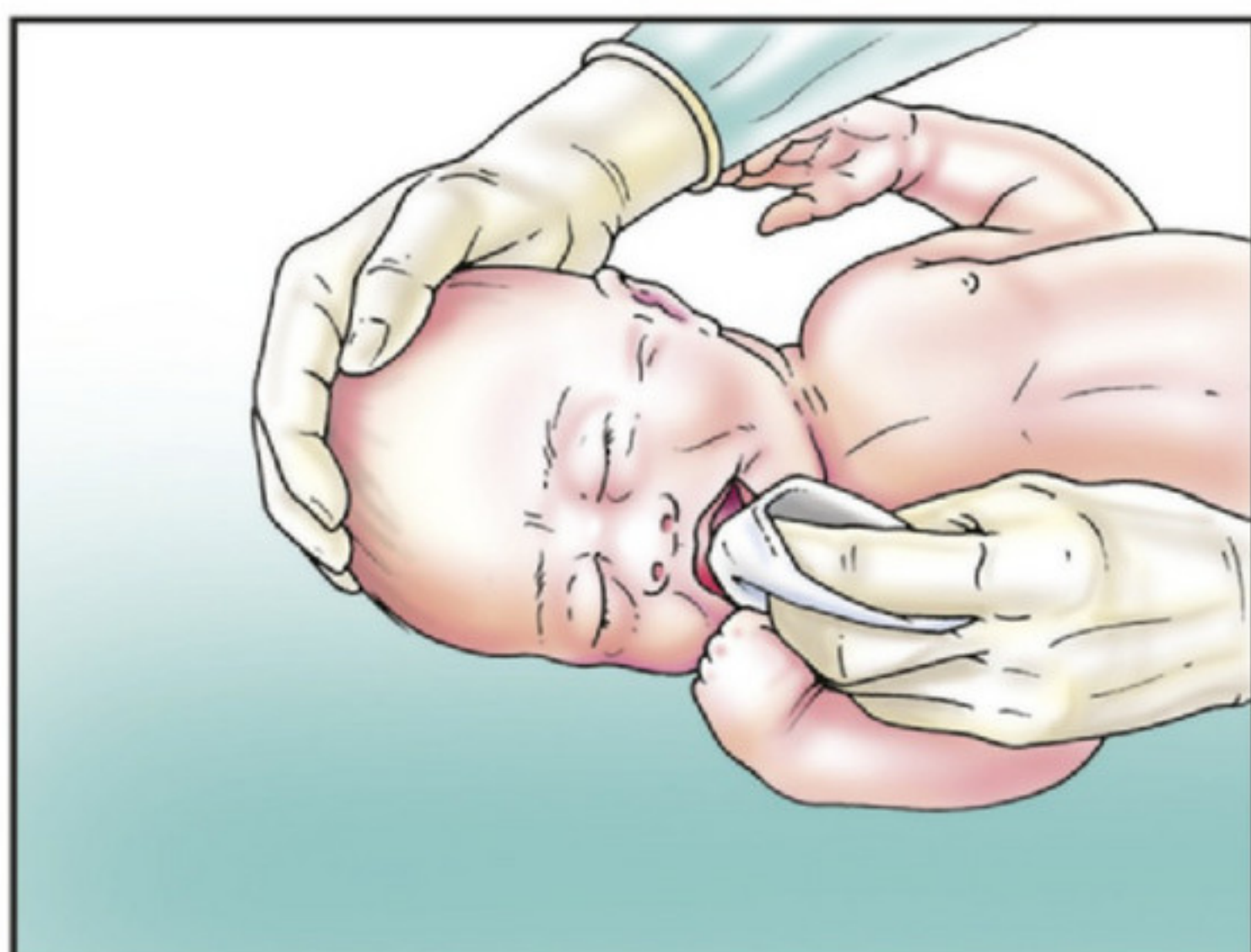
2 stuitligging



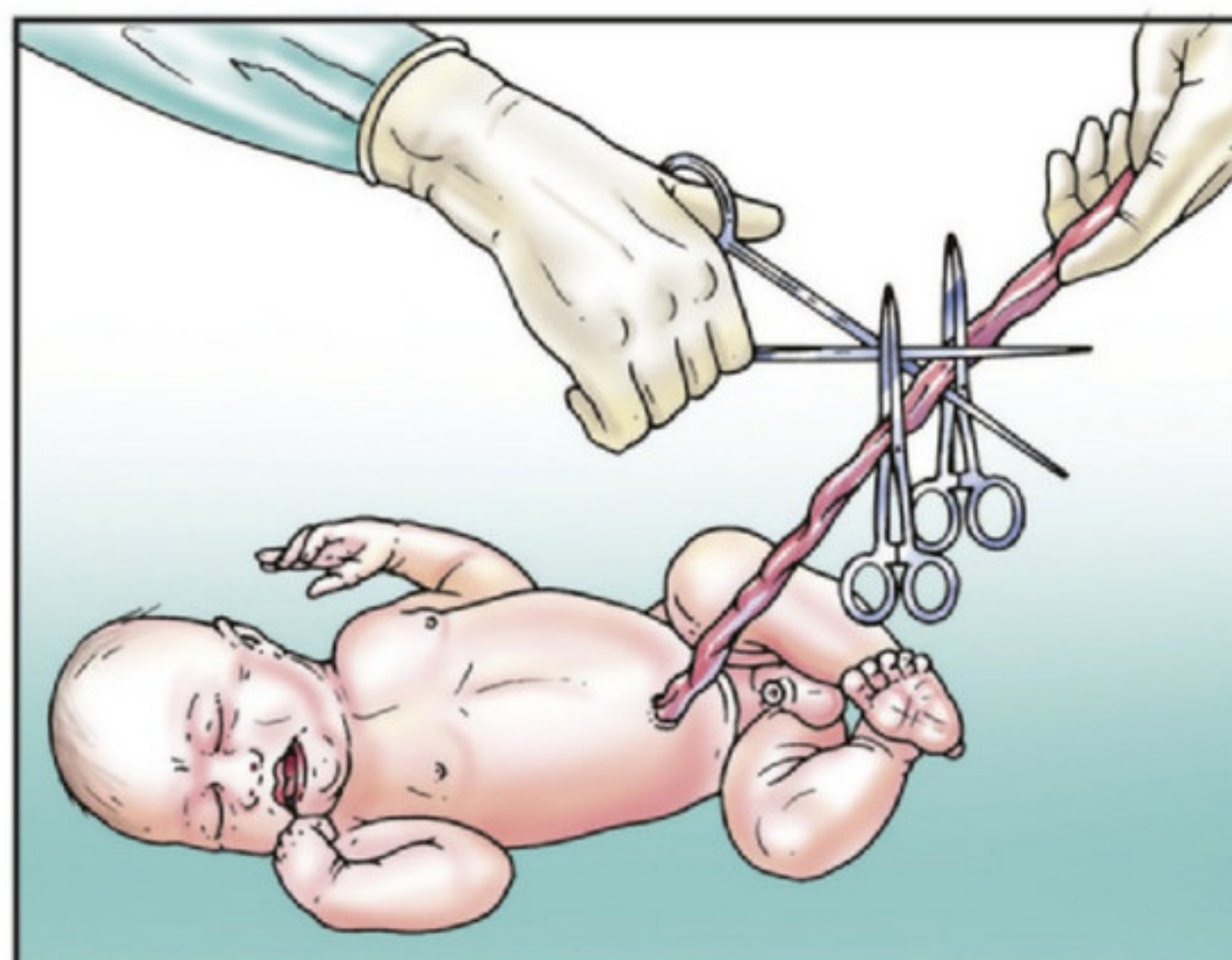
3 dwarsligging

NA DE GEBOORTE

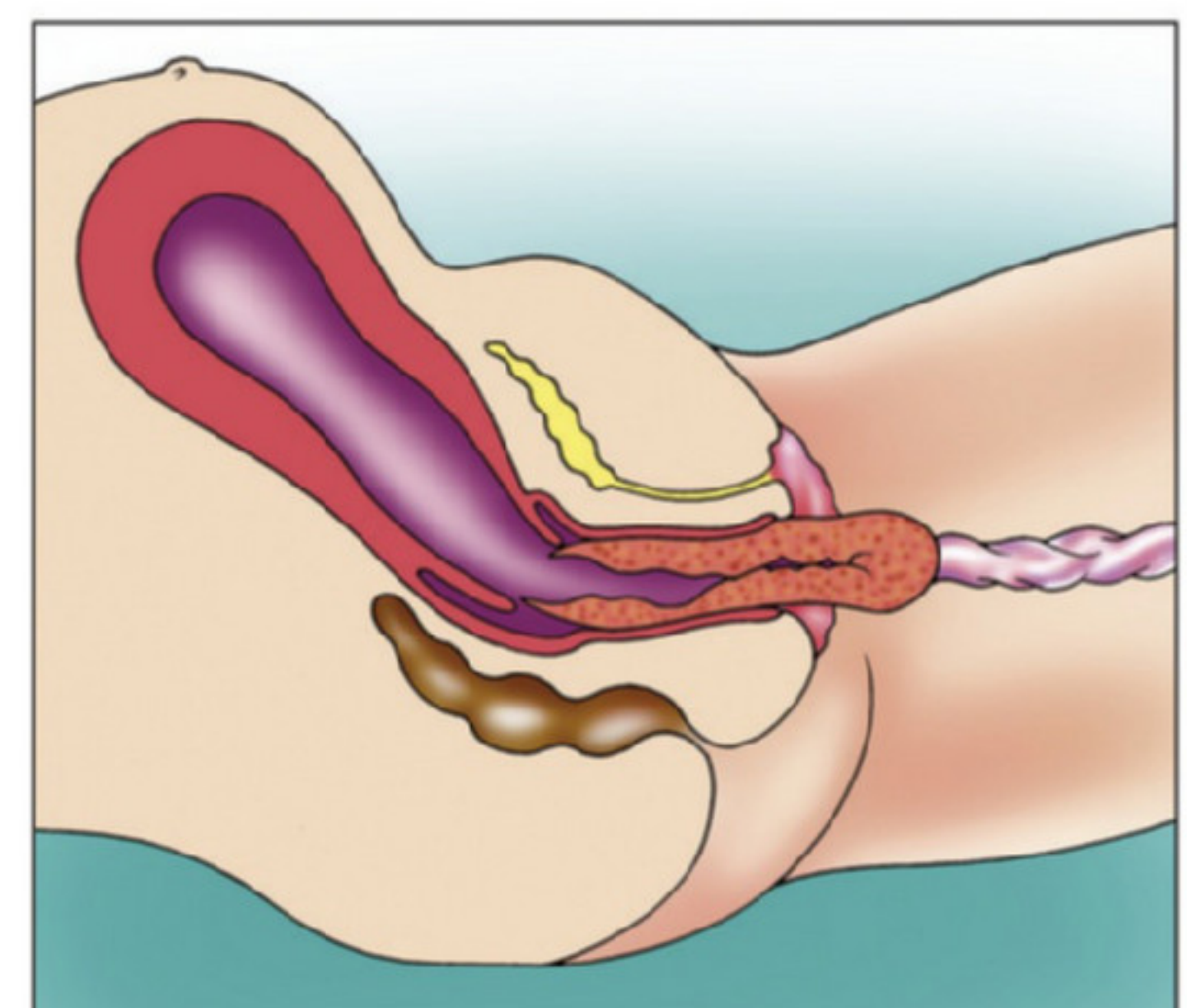
Na de geboorte worden restjes slijm uit de mond en luchtwegen van de baby gehaald (zie afbeelding 35.1). Dan wordt de navelstreng afgeklemd en doorgeknipt (zie afbeelding 35.2). De baby begint meteen te huilen. Dat is een goed teken: de ademhaling is op gang gekomen. Het stukje van de navelstreng van de baby droogt uit en valt dan af. Dit duurt ongeveer een week. Hierna ontstaat bij het kind een litteken op de buik: de **navel**.

▼ **Afb. 35** Na de geboorte.

1 restjes slijm worden uit de mond van de baby gehaald



2 de navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt

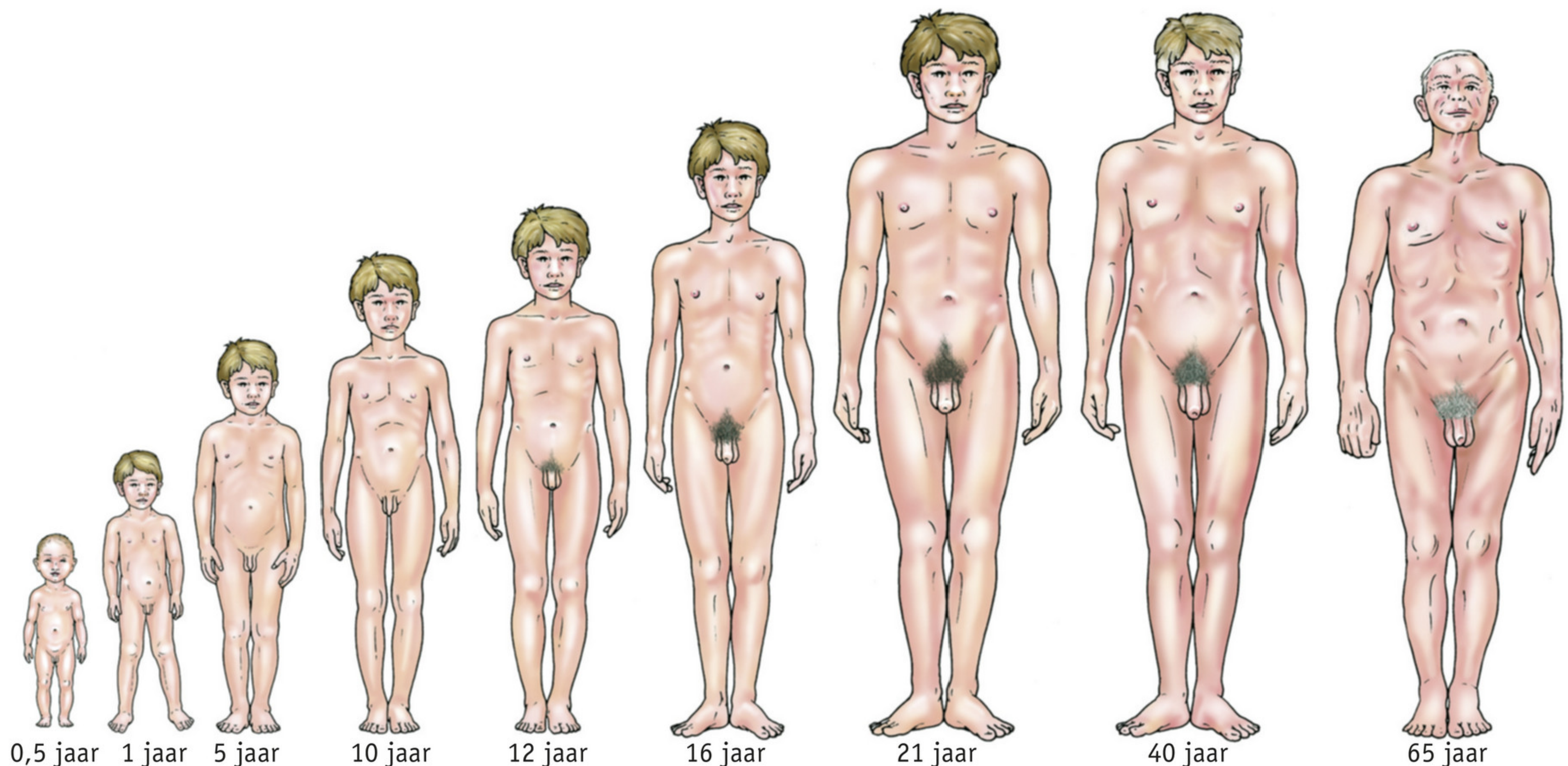


3 nageboorte

▼ **Afb. 36** Een moeder met een pasgeboren baby.



▼ **Afb. 37** Groei en ontwikkeling van een man.



Nadat de baby is geboren (zie afbeelding 36), is de bevalling nog niet helemaal afgelopen. Ongeveer een kwartier na de geboorte van de baby ontstaan **naweeën**. Dit zijn samentrekkingen van de baarmoederwandspieren. Hierdoor komen de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen via de vagina naar buiten (zie afbeelding 35.3). Dit noemen we de **nageboorte**. De naweeën en nageboorte worden geregeld door hormonen. Bij de nageboorte kunnen soms onderdelen in de baarmoeder achterblijven. Hierdoor kan de moeder veel bloed verliezen of ontstekingen krijgen. Om dit te voorkomen controleert de verloskundige of arts of de nageboorte compleet is.

DE LEVENSLLOOP VAN DE MENS

Als alles goed gaat, word je geboren, groei je, word je volwassen, krijg je kinderen en sterf je. Al deze fasen samen, noemen we de levensloop. Je groeit vanaf je geboorte en stopt daarmee als je ongeveer 18 jaar bent. Tijdens deze groei en ontwikkeling veranderen de verhoudingen tussen de verschillende lichaamsdelen (zie afbeelding 37). Zo is je hoofd in het begin in verhouding groot.

Je groeit en ontwikkelt niet alleen lichamelijk, maar ook geestelijk. De geestelijke groei en ontwikkeling gaan veel langer door dan je 18e levensjaar.

De ontwikkeling van baby tot en met volwassen mens kun je in verschillende **levensfasen** indelen (zie afbeelding 38). Deze levensfasen duren niet bij iedereen even lang. Bij sommige kinderen gaat de ontwikkeling wat sneller dan bij anderen. Zo zijn er baby's die al lopen voor hun eerste verjaardag, maar ook peuters die op hun tweede verjaardag nog niet kunnen lopen.

▼ Afb. 38

LEVENSFASEN VAN DE MENS

Baby 0–1,5 jaar

Een baby leert onder andere zitten, staan, lopen, met zijn voetjes spelen, blokjes oppakken en reageren op andere mensen.

**Puber 12–16 jaar**

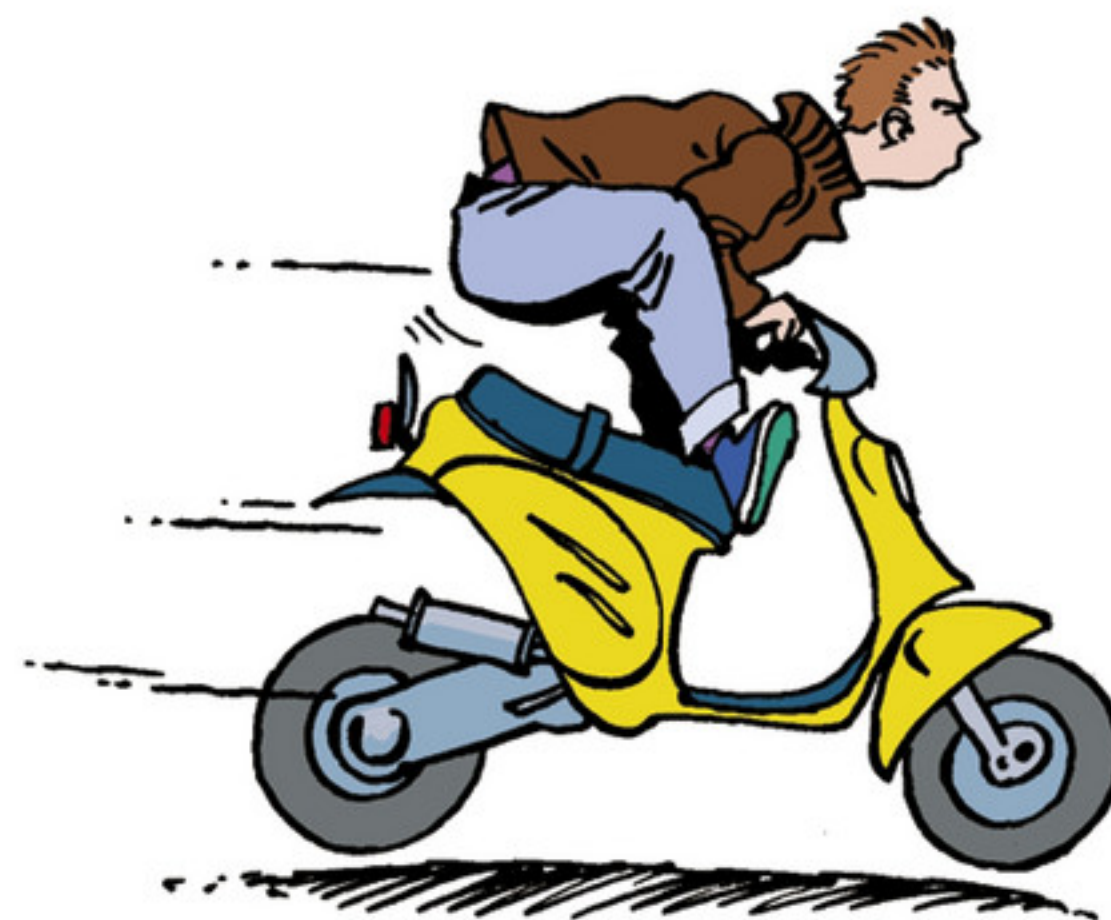
In de puberteit beginnen de voortplantingsorganen te functioneren (onder invloed van hypofysehormonen) en komen de secundaire geslachtskenmerken tot ontwikkeling (onder invloed van geslachtshormonen).

**Peuter 1,5–4 jaar**

Een peuter leert onder andere traplopen, tegen een bal schoppen, een torentje bouwen, met een lepel eten en praten.

**Adolescent 16–21 jaar**

Een adolescent leert zelfstandig te worden.

**Kleuter 4–6 jaar**

Een kleuter leert onder andere fietsen, klimmen, tekenen, veters strikken en met andere kinderen spelen.

**Volwassene 21–65 jaar**

Veel volwassenen krijgen kinderen.

**Schoolkind 6–12 jaar**

Een schoolkind leert onder andere lezen, schrijven en rekenen.

**Bejaarde boven 65 jaar**

Veel bejaarden krijgen op latere leeftijd lichamelijke of geestelijke gebreken en hebben verzorging nodig.



7 Seksueel overdraagbare aandoeningen

▼ **Tabel 1** De meest voorkomende soa's.

1	chlamydia
2	genitale wratten
3	herpes genitalis
4	gonorroe
5	hepatitis B
6	hiv
7	syfilis
8	trichomonas
9	bacteriële vaginosa
10	candida

Op tv, in openbare toiletten of op bushokjes: reclames voor condooms kom je op allerlei plekken tegen. Condooms beschermen je tegen ziekten die je kunt krijgen door seks te hebben met iemand die besmet is. Deze ziekten worden **seksueel overdraagbare aandoeningen (soa's)** of **geslachtsziekten** genoemd. Toch blijkt uit onderzoek dat ruim de helft van de jongeren na drie maanden relatie zonder condoom seks heeft. Maar ook met een vaste relatie heb je kans een soa op te lopen.

SOA'S

Door veilig te vrijen zorg je ervoor dat je niet besmet kunt raken. De enige manier om je te beschermen tegen soa's is door een condoom te gebruiken. De bacteriën of virussen die de ziekten veroorzaken, worden niet alleen bij geslachtsgemeenschap overgedragen. Ook bij orale seks (pijpen en beffen) of contact met de vagina, penis of anus kun je besmet raken. Je kunt een soa niet oplopen op een vies toilet of door uit een glas van een ander te drinken. De meest voorkomende soa in Nederland is chlamydia; de meest bekende is aids. Andere veelvoorkomende soa's zijn **genitale wratten**, **gonorroe (druiper)** en **syfilis**. In tabel 1 staan de meest voorkomende soa's in Nederland.

Candida wordt veroorzaakt door een schimmel. Candida is niet alleen seksueel overdraagbaar. Je kunt het bijvoorbeeld ook krijgen door de vagina of penis te vaak met zeep te wassen. Bij candida heb je last van afscheiding en jeuk aan de vagina of penis.

In tabel 2 staan van enkele soa's de ziekteverschijnselen, hoe de soa is te genezen en de mogelijke gevolgen zonder behandeling.

CHLAMYDIA

Chlamydia komt vooral voor bij jongeren tussen de 15 en 30 jaar (zie afbeelding 39). De bacterie die chlamydia veroorzaakt, komt voor in de urinebuis en de baarmoederhals. Maar liefst twee derde van de vrouwen en de helft van de mannen met chlamydia merkt er niets van. Je kunt de ziekte dan toch overdragen aan anderen.

De chlamydiabacterie kan een ontsteking veroorzaken van de anus, de baarmoedermond en de urinebuis. De ontsteking veroorzaakt bij mannen een (waterige) afscheiding uit de penis, pijn bij het plassen en pijn in de balzak. Bij vrouwen kan de ontsteking pijn veroorzaken bij het plassen, bij het vrijen en in de onderbuik. Ook bloedverlies uit de vagina en meer of andere vaginale afscheiding komen voor. Als je niet weet dat je chlamydia hebt en je neemt geen medicijnen, dan breidt de bacterie zich uit. De bacterie veroorzaakt dan een ontsteking in de eileiders of de bijballen. Dit kan onvruchtbaarheid tot gevolg hebben.

Chlamydia is het gemakkelijk te genezen met antibiotica. Na de antibioticumkuur is de bacterie weg en heb je geen chlamydia meer.

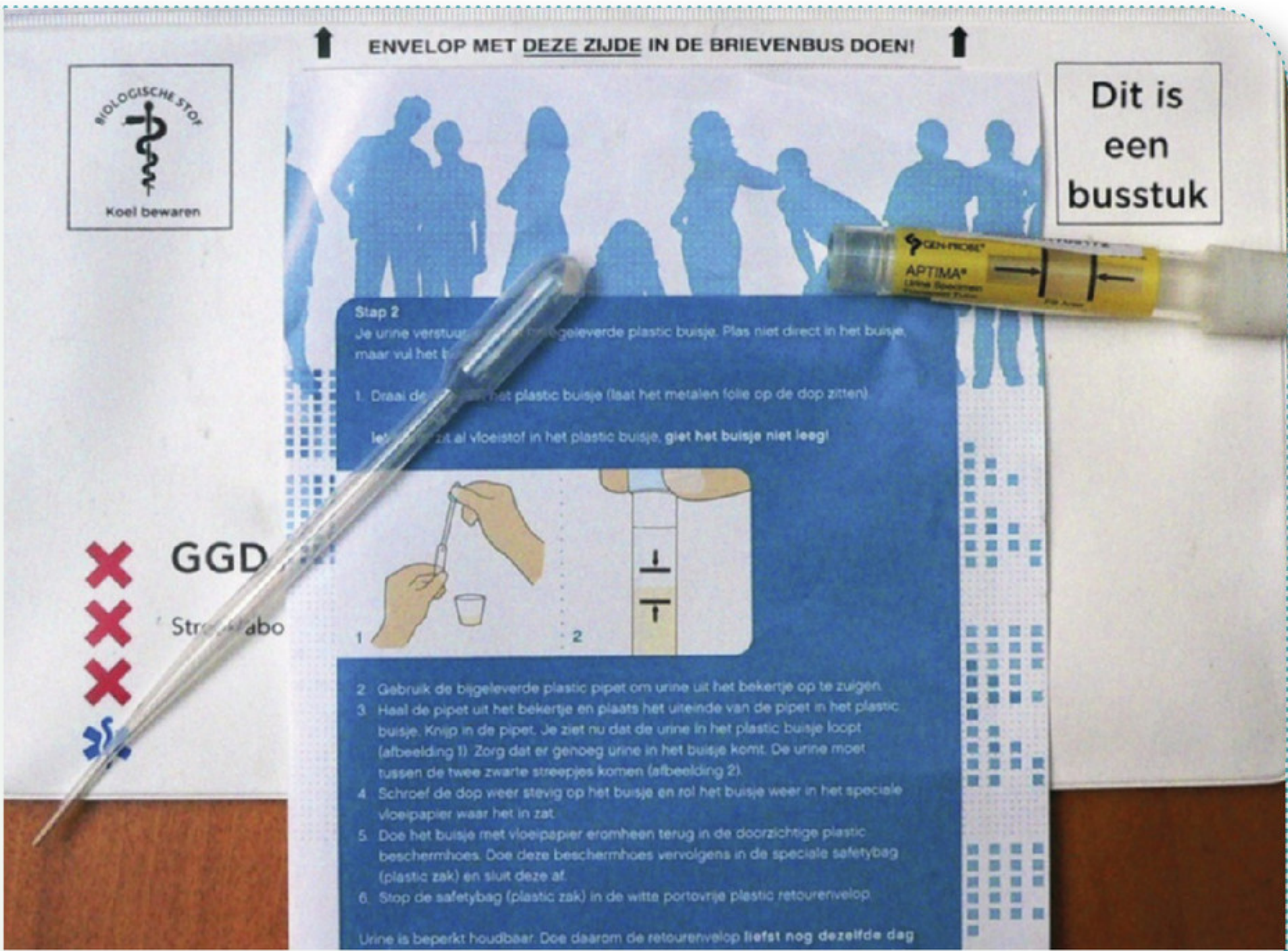
▼ **Tabel 2** Soa's en hun ziekteverschijnselen.

Soa	Ziekteverschijnselen	Hoe te genezen?	Mogelijke gevolgen zonder behandeling
Chlamydia	- Vaak zonder verschijnselen - Meer (of andere) afscheiding uit penis, vagina of anus - Branderig gevoel bij het plassen; bijbalontsteking	Antibiotica	- Eileiderontsteking - Onvruchtbaarheid - Buitenbaarmoederlijke zwangerschap
Herpes genitalis	Aanvallen van blaasjes en zweertjes rondom de vagina/ penis of anus	- Niet te genezen - Medicijnen remmen een aanval	Geen gevolgen
Gonorroe	- Meer (of andere), soms etterige afscheiding uit penis of vagina - Branderig gevoel bij het plassen - Vrouwen merken vaak niets	Antibiotica	- Eileiderontsteking - Onvruchtbaarheid - Bijbalontsteking
Hepatitis B	- Ernstige vermoeidheid - Misselijkheid - Pijn in de bovenbuik	Geen medicijn (moet vanzelf genezen, maar in sommige gevallen geneest het niet)	Levercirrose (verschrompelen van de lever)
Hiv/aids	Geen specifieke kenmerken	- Niet te genezen - Hiv-remmers remmen de ziekte	- Vatbaarheid voor allerlei ziekten - Aids heeft de dood tot gevolg
Syfilis	Zweertjes of vlekjes op penis, vagina, anus of mond	Antibiotica	Na jaren: aantasting van organen en anus of mond; kan zelfs de dood tot gevolg hebben

▼ **Afb. 39**

Groot onderzoek naar chlamydia

In 2003 deed de stichting Soa Aids Nederland samen met vier GGD's onderzoek naar de verspreiding van chlamydia in Nederland. In een steekproef werd aan 21 000 personen van 15 tot 29 jaar gevraagd om via de post een urinemonster of uitstrijkje te versturen. 41% deed mee en in grote steden bleek 3,2% van de deelnemers chlamydia te hebben. Tussen 2008 en 2011 voerden de GGD's van Amsterdam, Rotterdam en Zuid-Limburg een groot vervolgproject uit. In Amsterdam werden alle inwoners tussen de 16 en 29 jaar uitgenodigd materiaal voor een chlamydiatest op te sturen. In totaal deden 57 000 mensen mee. Nu testte tussen de 3,4% en 3,5% positief. ‘Verschillende leeftijdsgroepen lieten verschillende percentages zien,’ zegt Hommenga van GGD Amsterdam. ‘Kijk je naar jongeren tussen de 16 en de 19 jaar, dan vind je een percentage van zo’n 7,5%. In de leeftijdscategorie 20 tot en met 24 zakt dit naar 4,7% en bij 25- tot 29-jarigen naar nog geen 3%.



chlamydiatest voor het maken van een uitstrijkje

Het percentage hangt dus af van hoe je jongeren definieert. Houd je 25 jaar aan als leeftijdsgrens, dan kom je een stuk lager uit dan wanneer je de grens bij 19 of 20 legt.’

Bron: www.nrcnext.nl, 11-10-2012.

HIV EN AIDS

Aids (acquired immune deficiency syndrome) is een van de bekendste soa's. Dat komt vooral doordat deze soa een dodelijke afloop heeft. Aids wordt veroorzaakt door het virus **hiv** (human immunodeficiency virus). Dit virus maakt het afweersysteem van het lichaam kapot. Hierdoor ben je niet meer beschermd tegen allerlei ziekten, zoals darm- en longontsteking of een zeldzame vorm van huidkanker. Een gezond persoon zal van deze ziekten genezen. Maar als je besmet bent, is dit mechanisme vernietigd door hiv.

Hiv en aids zijn niet hetzelfde. Iemand met hiv is besmet met het virus. In zijn bloed is het aidsvirus aanwezig. Als iemand met hiv ziekteverschijnselen krijgt, dan noemen we dat aids. Of iemand het virus heeft, kan worden getest door bloedonderzoek. Als het virus in het bloed aanwezig is, dan is deze persoon **seropositief**. Een seropositieve persoon wordt in Nederland direct doorverwezen naar een hiv-behandelcentrum. Door regelmatig bloedonderzoek wordt gekeken hoe het virus zich in het lichaam ontwikkelt. Er wordt gekeken of het virus veel invloed op de gezondheid van de persoon heeft. **Aidsremmers** zorgen ervoor dat je je langer goed blijft voelen. Door aidsremmers deelt het virus zich minder snel. Er is nog geen geneesmiddel tegen het virus. Dit komt doordat het virus steeds een klein beetje verandert. Hierdoor is het maken van een geneesmiddel erg moeilijk. Je kunt dus niet van hiv genezen.

De tijd waarin hiv overgaat in aids kan een aantal maanden zijn, maar ook tientallen jaren. Aidsremmers maken deze tijd langer, maar zijn duur. Daarom is de aidssterfte in arme landen veel hoger dan in rijke landen zoals Nederland.

Je kunt hiv krijgen via bloed, sperma, vaginaal vocht of voorvocht van een besmette persoon. De meeste besmettingen vinden plaats door seks zonder condoom. Druggebruikers kunnen elkaar besmetten door elkaars spuiten en naalden te gebruiken.

Je kunt *niet* worden besmet door niezen, hoesten, zoenen of door elkaars bestek te gebruiken.

SOA-TEST

Zolang je nog geen 25 jaar bent, kun je gratis een soa-test laten doen. Dat kan bij je huisarts of bij de GGD. Uiteraard is zo'n test niet nodig als je nog geen seks hebt gehad, of als je het altijd veilig hebt gedaan. Je hoeft je niet te schamen als je een test gaat laten doen. Er zijn jaarlijks tienduizenden jongeren die een soa-test laten doen. Het advies is dat je je minimaal tien dagen na onveilige seks laat testen.

Er zijn verschillende tests. De ene test is uitgebreider dan de andere. Welke test je krijgt, is afhankelijk van de risico's die je hebt gelopen. Bijvoorbeeld met wie je seks hebt gehad en hoe vaak je onveilige seks hebt gehad. Bij mannen is een urinetest vaak voldoende. Hiermee kan onder andere op chlamydia en gonorroe worden getest. Bij vrouwen is een uitstrijkje nodig. Voor een uitstrijkje van de vagina ga je met een wattenstaafje naar binnen en strijk je tien seconden over de wand van de vagina. Om op syfilis, hepatitis B en hiv te testen, is bloedonderzoek nodig.

8 Geboorteregeling

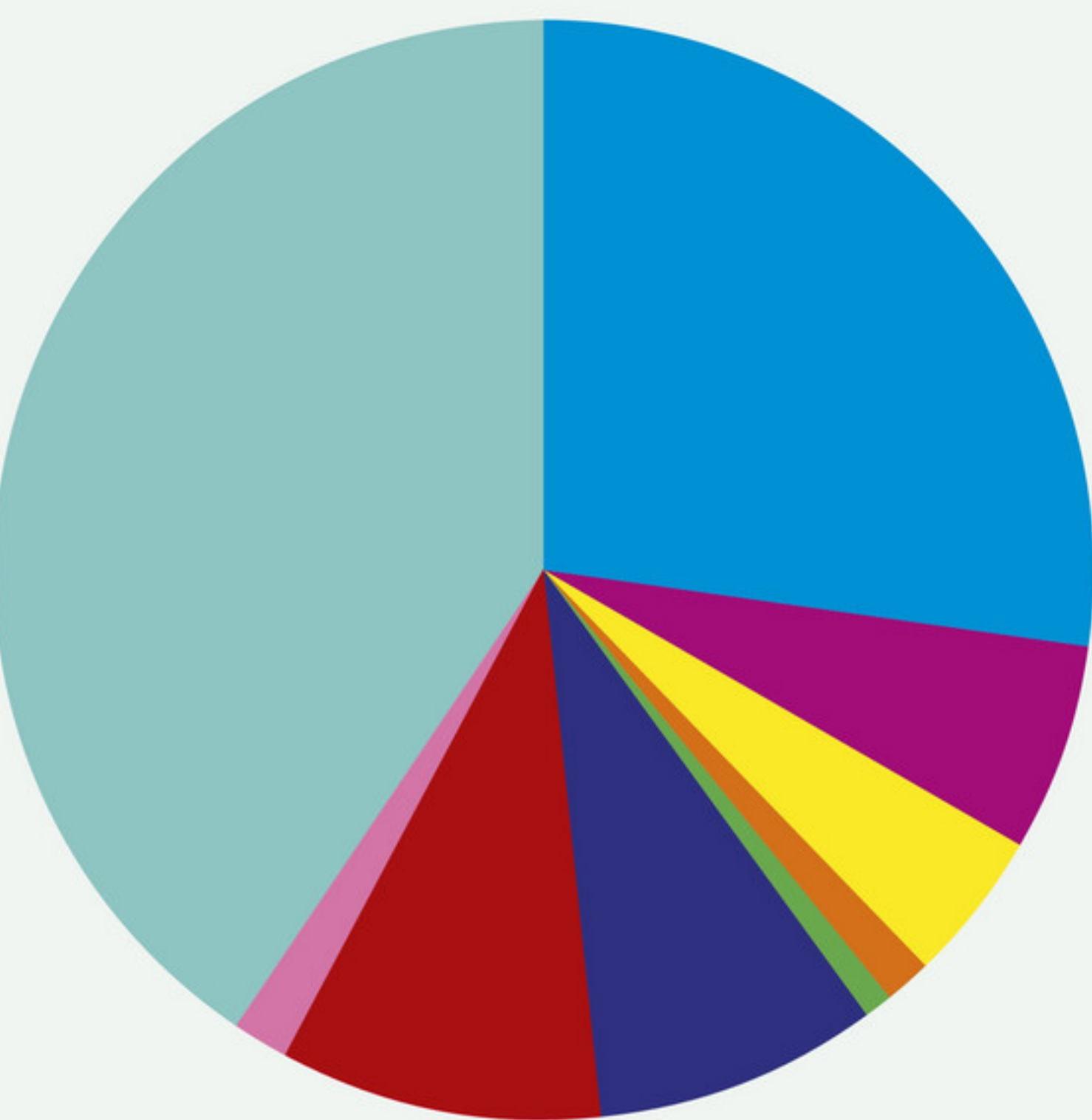
Als je seks wilt hebben maar niet zwanger wilt worden, kun je gebruikmaken van voorbehoedmiddelen. **Voorbehoedmiddelen (anticonceptiemiddelen)** zorgen ervoor dat er geen bevruchting kan plaatsvinden. Dit noemen we ook wel **geboorteregeling**. De bekendste voorbehoedmiddelen zijn het condoom en de pil (zie afbeelding 40).
Meer dan de helft van de vrouwen onder de 50 jaar gebruikt een voorbehoedmiddel om niet zwanger te worden.

▼ Afb. 40

Welke voorbehoedmiddelen gebruiken vrouwen in Nederland?

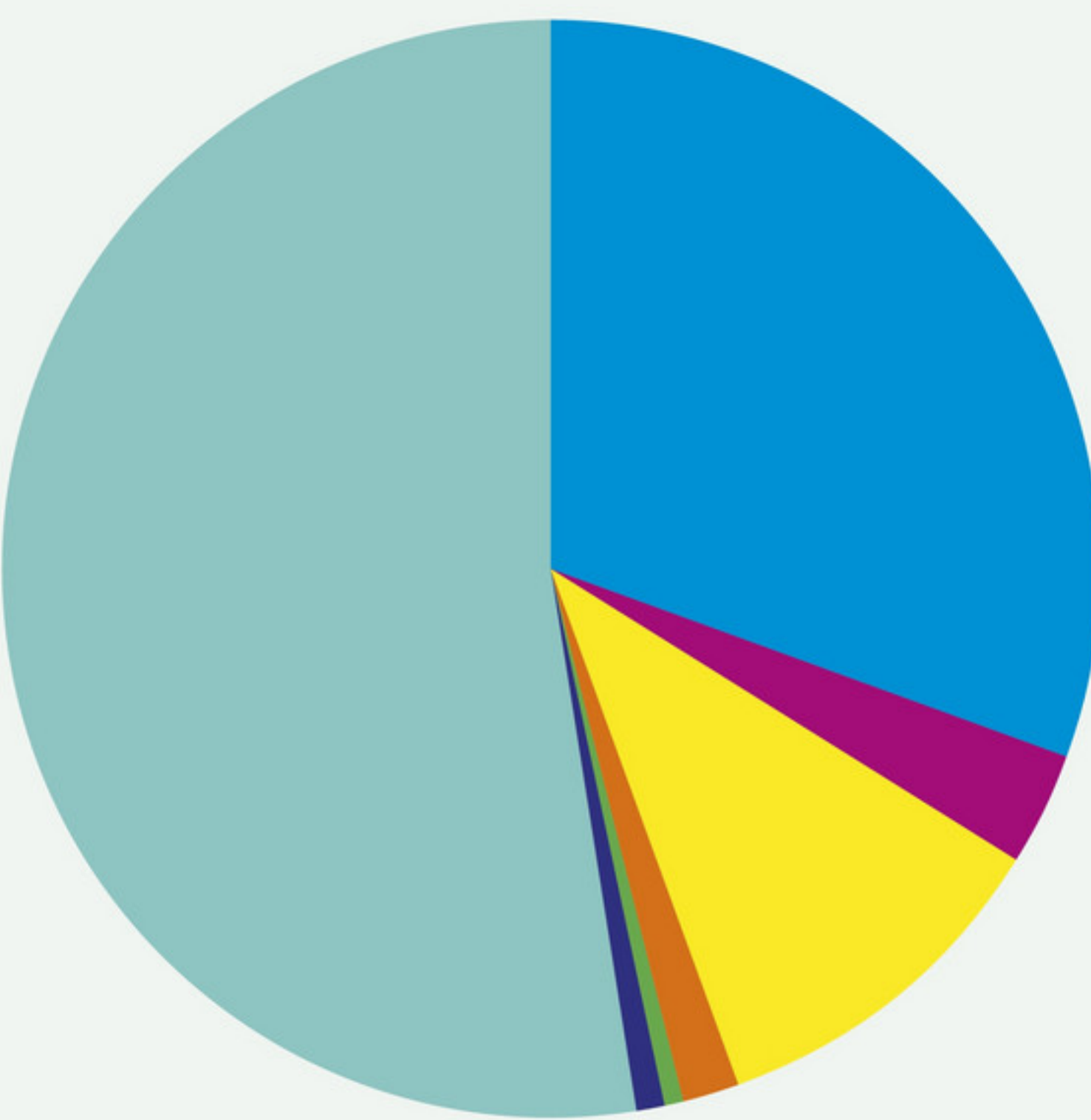
Als je seksueel actief wordt, wil je meestal nog niet zwanger worden. Veel vrouwen gebruiken de pil én het condoom. Zo ben je ook beschermd tegen soa's. In de cirkeldiagrammen is weergegeven welke

voorbehoedmiddelen worden gebruikt door vrouwen van 15 tot 49 jaar en welke voorbehoedmiddelen worden gebruikt door meisjes van 15 tot 19 jaar.



- Legenda:
- pil (27,4%)
 - condoom (6,3%)
 - pil en condoom (4,4%)
 - prikpil (1,4%)
 - NuvaRing (0,9%)
 - spiraal (8,3%)
 - sterilisatie (9,4%)
 - anders (1,5%)
 - geen anticonceptie (40,4%)

1 anticonceptiegebruik van vrouwen in Nederland 15-49 jaar in procenten



- Legenda:
- pil (30,6%)
 - condoom (3,5%)
 - pil en condoom (10,6%)
 - prikpil (1,5%)
 - NuvaRing (0,6%)
 - spiraal (0,9%)
 - geen anticonceptie (52,3%)

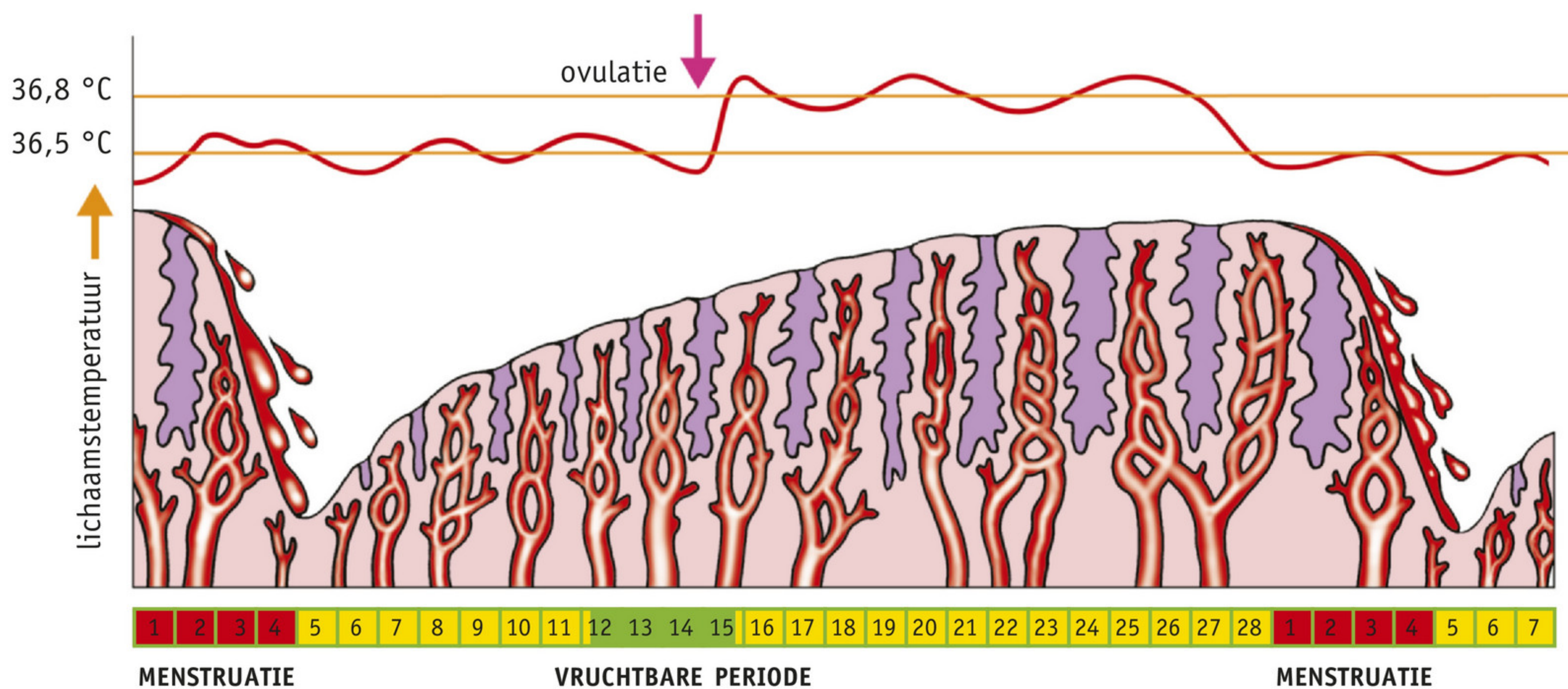
2 anticonceptiegebruik van vrouwen in Nederland 15-19 jaar in procenten

ONBETROUWBARE METHODEN

Er zijn manieren waarop je de kans op een zwangerschap verkleint zonder voorbehoedmiddelen te gebruiken. Een van die manieren is **periodieke onthouding**. Hierbij hebben man en vrouw geen geslachtsgemeenschap in de 'vruchtbare periode' van ongeveer vier dagen. Periodieke onthouding is niet erg betrouwbaar. Het is moeilijk precies te bepalen wanneer de ovulatie plaatsvindt en dus wanneer de vruchtbare periode is.

Om te bepalen wanneer de ovulatie ongeveer plaatsvindt, kun je de lichaamstemperatuur van de vrouw meten. De lichaamstemperatuur blijkt na de ovulatie tot aan de volgende menstruatie gemiddeld $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoger te zijn dan vóór de ovulatie (zie afbeelding 41). Verhoging van de lichaamstemperatuur kan dan een aanwijzing zijn dat ovulatie heeft plaatsgevonden.

▼ **Afb. 41** Verloop van de lichaamstemperatuur gedurende de menstruatiecyclus.



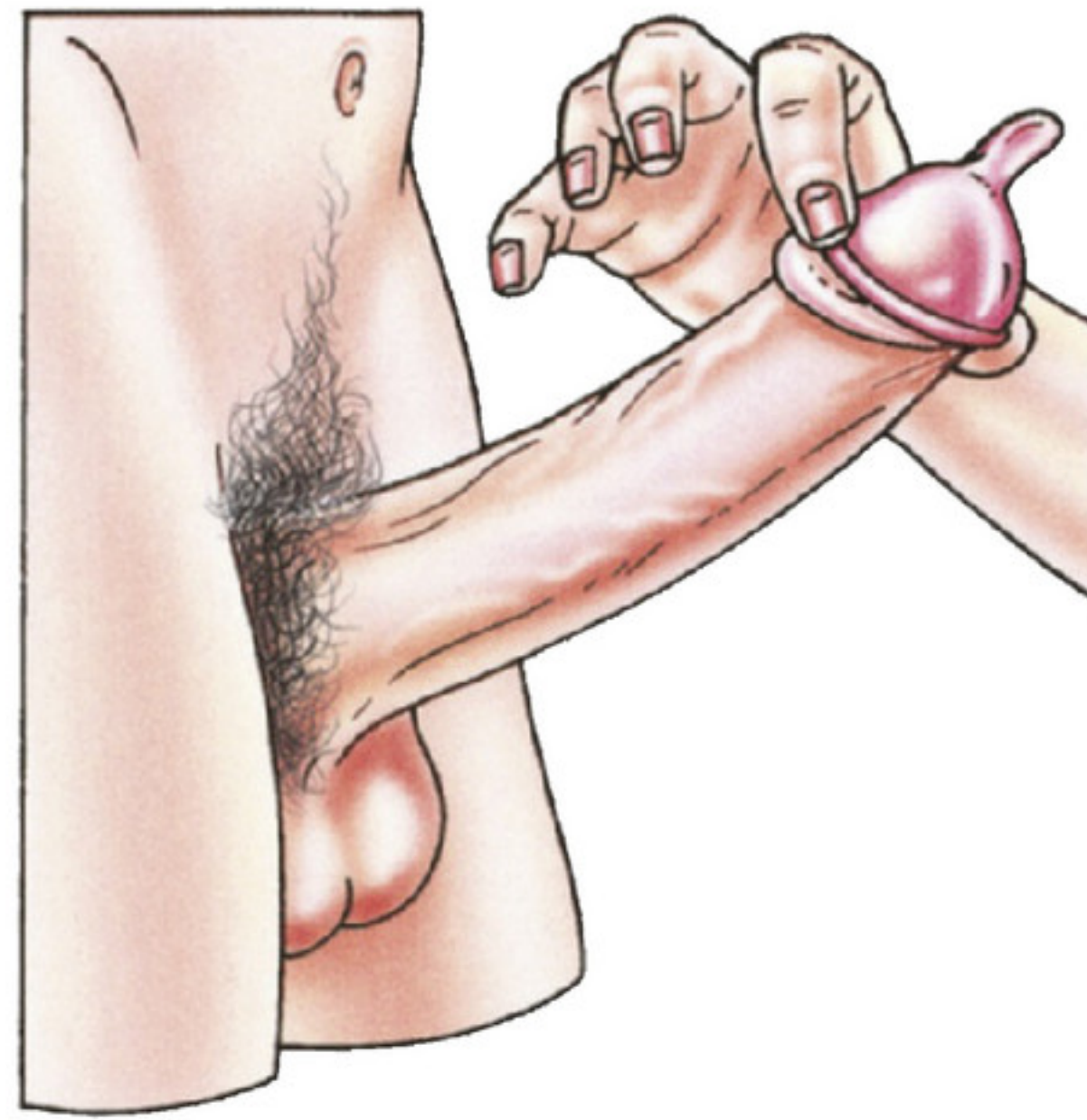
Een andere anticonceptiemethode zonder voorbehoedmiddelen is **coïtus interruptus** (onderbroken geslachtsgemeenschap). Hierbij trekt de man zijn penis terug uit de vagina als hij zijn orgasme voelt aankomen. De zaadlozing vindt dan buiten de vagina plaats. Ook deze methode is onbetrouwbaar. In het voorvocht zitten ook zaadcellen. Voorvocht komt uit de penis vóór de zaadlozing. Deze zaadcellen uit het voorvocht kunnen de eikel bevruchten.

▼ **Afb. 42** Condooms.

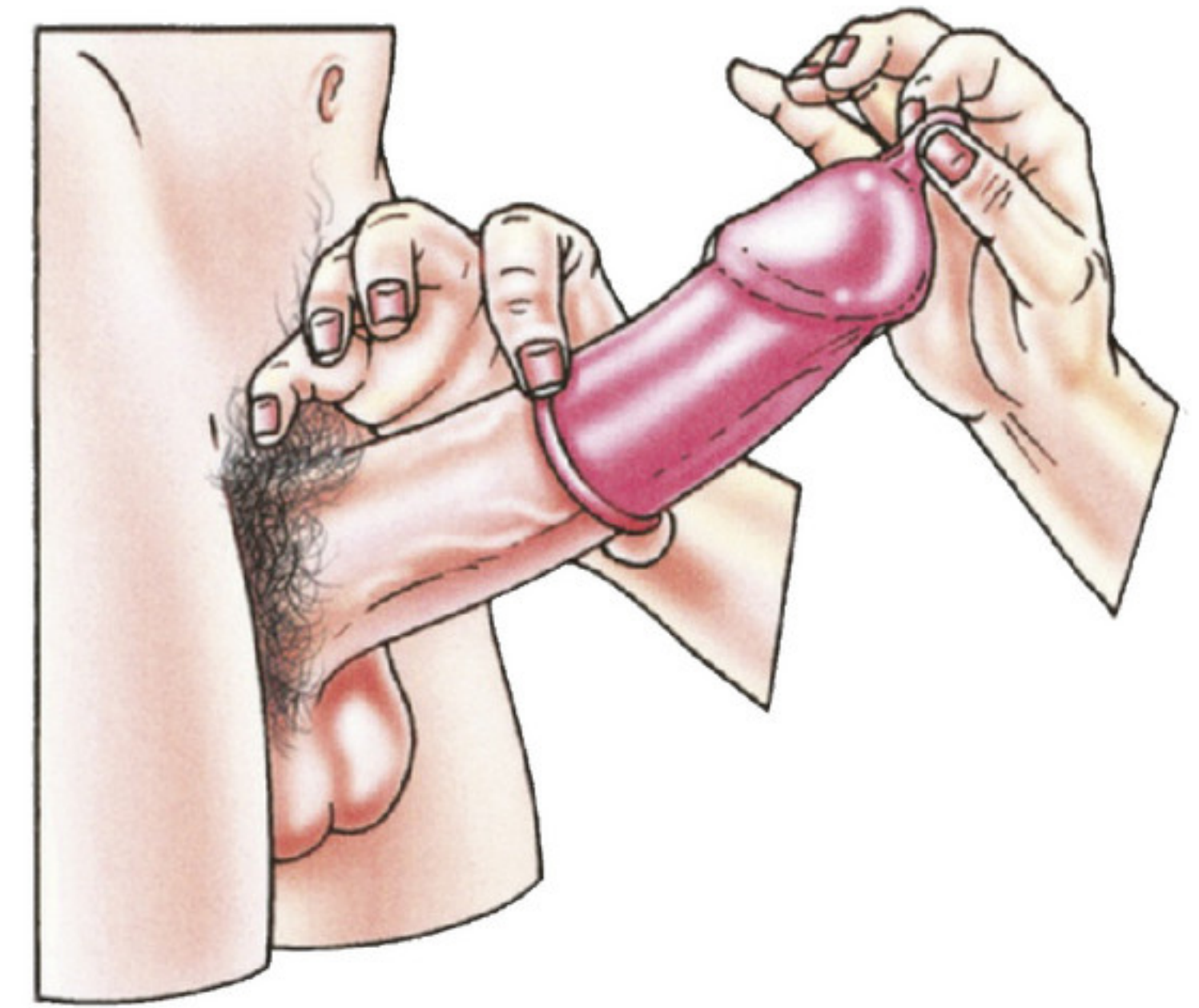


CONDOOM

Het **condoom** is het enige voorbehoedmiddel dat zowel tegen soa's beschermt als tegen zwangerschap. Er zijn condooms verkrijgbaar voor mannen en voor vrouwen. Het mannencondoom wordt veruit het meest gebruikt. Een condoom is gemaakt van latex (een soort rubber) dat om de penis in erectie wordt gerold (zie afbeelding 42). Het latex houdt zaadcellen tegen, waardoor ze niet in de vagina van de vrouw komen. Het is belangrijk dat je condooms goed gebruikt. In afbeelding 43 zie je hoe je een condoom omdoet. Condooms zijn gemakkelijk verkrijgbaar, goedkoop en betrouwbaar.

► **Afb. 43** Gebruik van condooms.

1 Plaats het condoom om de eikel.

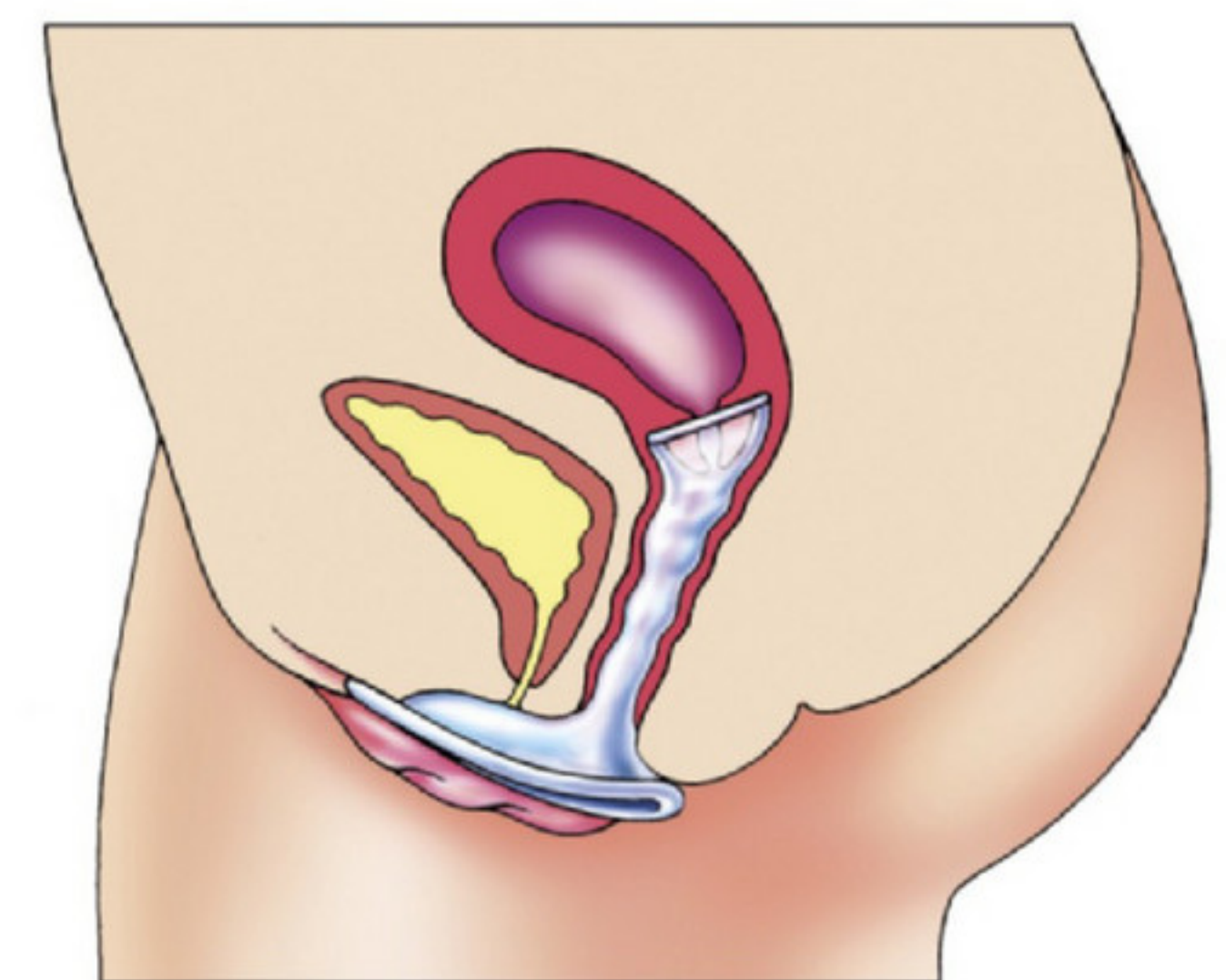


2 Houd het topje van het condoom vast en rol met de andere hand het condoom over de penis.

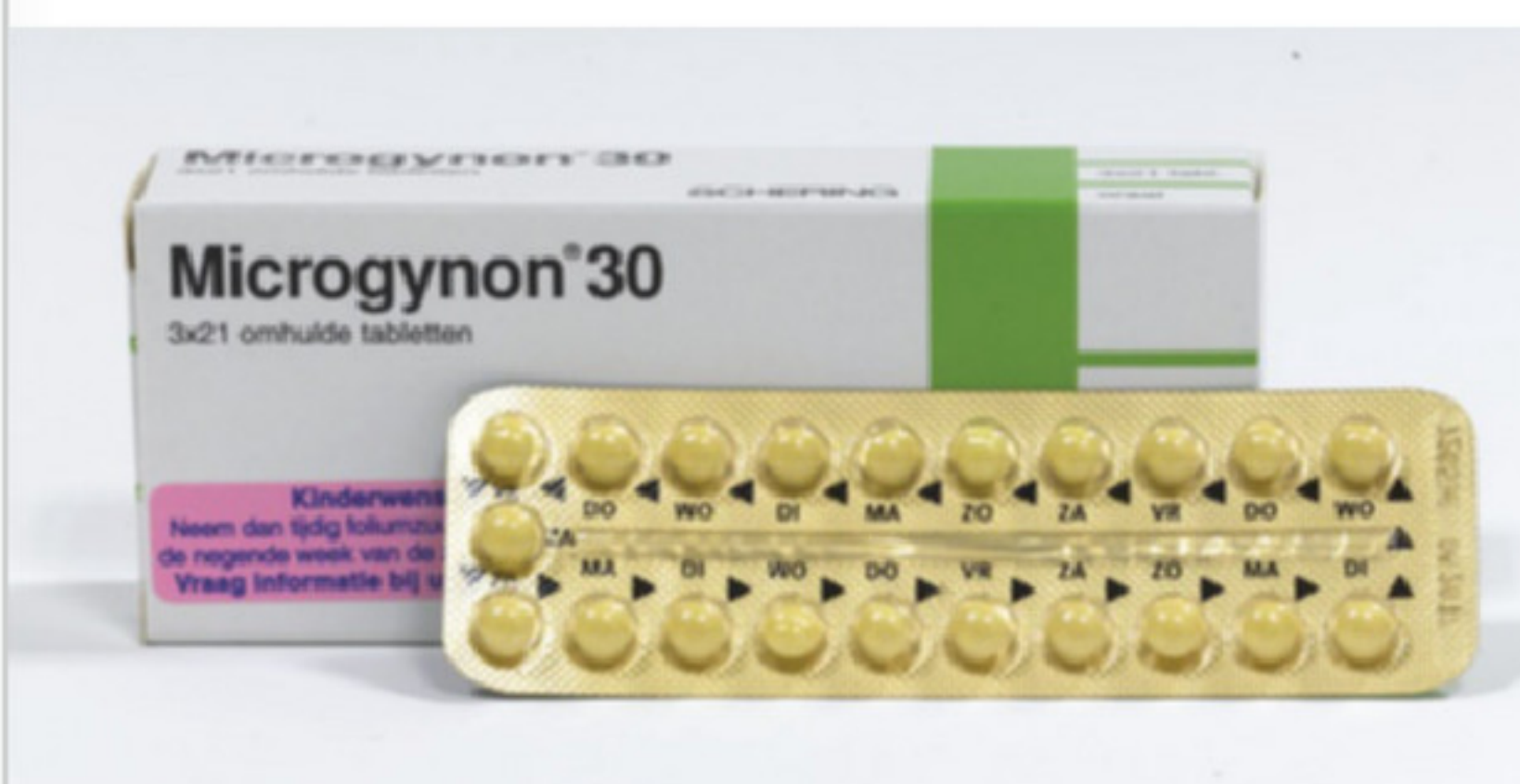
Het **vrouwencondoom** breng je in de vagina aan (zie afbeelding 44). Dit kan al enkele uren voor het vrijen gebeuren. Het mannencondoom kan pas tijdens de seks worden aangebracht. Je kunt beide condooms maar één keer gebruiken.

► **Afb. 44** Vrouwencondoom.

1



2 een vrouwencondoom in de vagina

▼ **Afb. 45** Strips van de pil.**DE PIL**

De meeste voorbehoedmiddelen zijn gemaakt voor de vrouw. De anticonceptiepil is het populairste voorbehoedmiddel. De **anticonceptiepil** bevat hormonen die ervoor zorgen dat er geen ovulatie plaatsvindt. Er komt dus geen eikel vrij die kan worden bevrucht.

De pil moet dagelijks worden ingenomen, steeds op ongeveer hetzelfde tijdstip. De pil wordt verpakt in strips van drie weken (zie afbeelding 45). Na deze drie weken komt de stopweek. Tijdens deze week slik je de pil niet. Dan vindt de menstruatie plaats.

Als je de pil gebruikt, is de menstruatie niet zo hevig. Daarom wordt de pil ook gebruikt door vrouwen met een erg pijnlijke menstruatie.

De pil is een erg betrouwbaar anticonceptiemiddel. Maar dan moet de pil wel elke dag worden ingenomen.

De eerste keer dat je de pil wil gaan gebruiken, moet je naar de huisarts. De huisarts schrijft dan een recept voor. De hormonen in de pil kunnen bijwerkingen hebben. Sommige vrouwen worden misselijk of krijgen hoofdpijn. De klachten gaan meestal na drie maanden over. Als dat niet zo is, moet je terug naar de huisarts. Je kunt dan een andere pil krijgen, bijvoorbeeld met minder hormonen.

▼ Afb. 46 Prikpil.



PRIKPIL

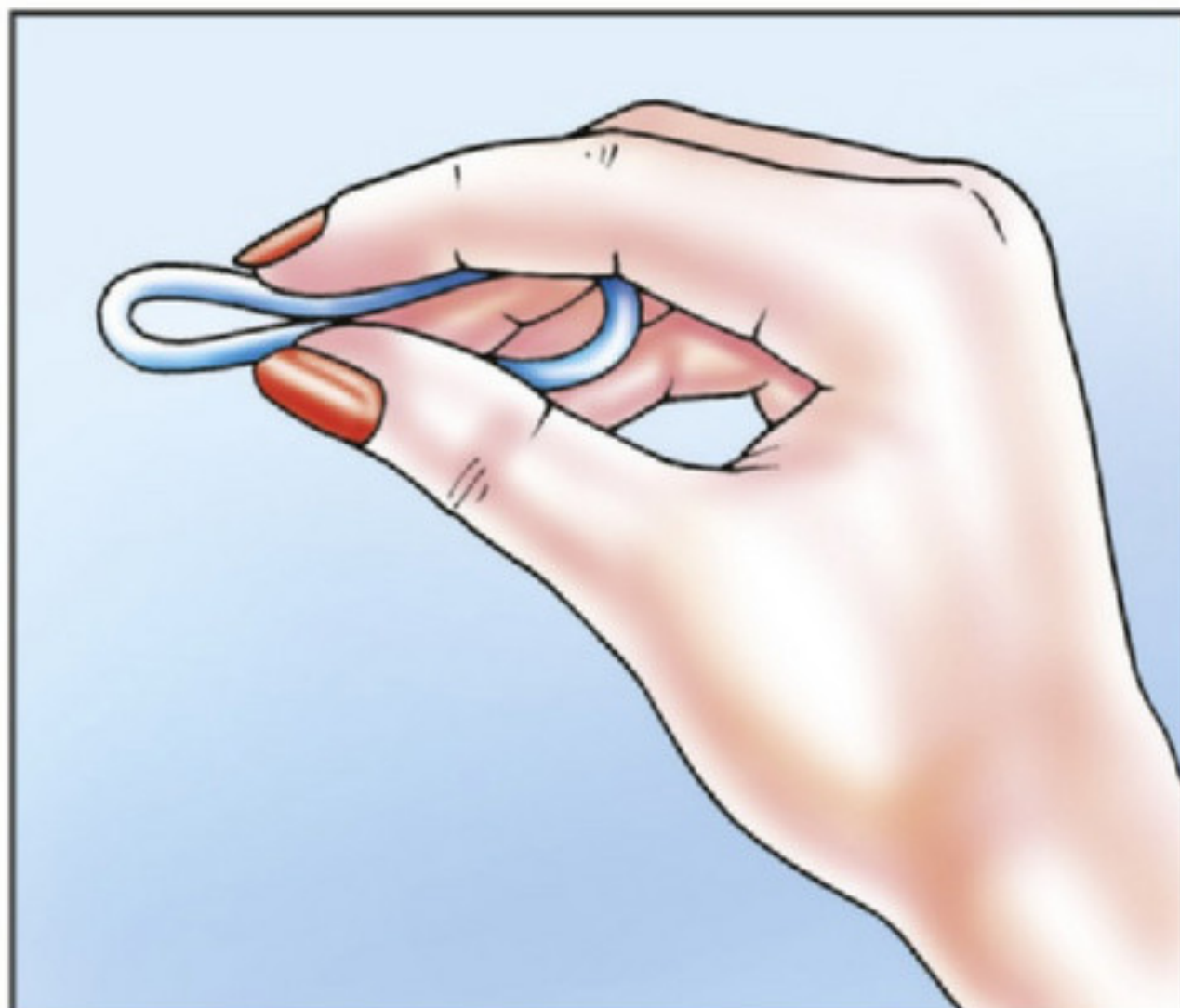
De werking van de prikpil lijkt veel op de anticonceptiepil. Ook de prikpil werkt met hormonen die de ovulatie stoppen. Bij de prikpil krijgt een vrouw om de drie maanden hormonen toegediend (zie afbeelding 46). Alleen de huisarts kan deze hormonen toedienen. Dit gebeurt in een spier of onder de huid. De prikpil is erg betrouwbaar. Een voordeel is dat de prikpil niet dagelijks hoeft te worden ingenomen. Een van de bijwerkingen is dat de menstruatie afneemt en soms helemaal wegblijft.

Je kunt de menstruatie niet regelen zoals dat bij de pil wel kan. Een ander nadeel ontstaat als vrouwen zwanger willen worden. Het kan een hele tijd duren voordat de ovulaties terugkomen. Soms zelfs meer dan twee jaar.

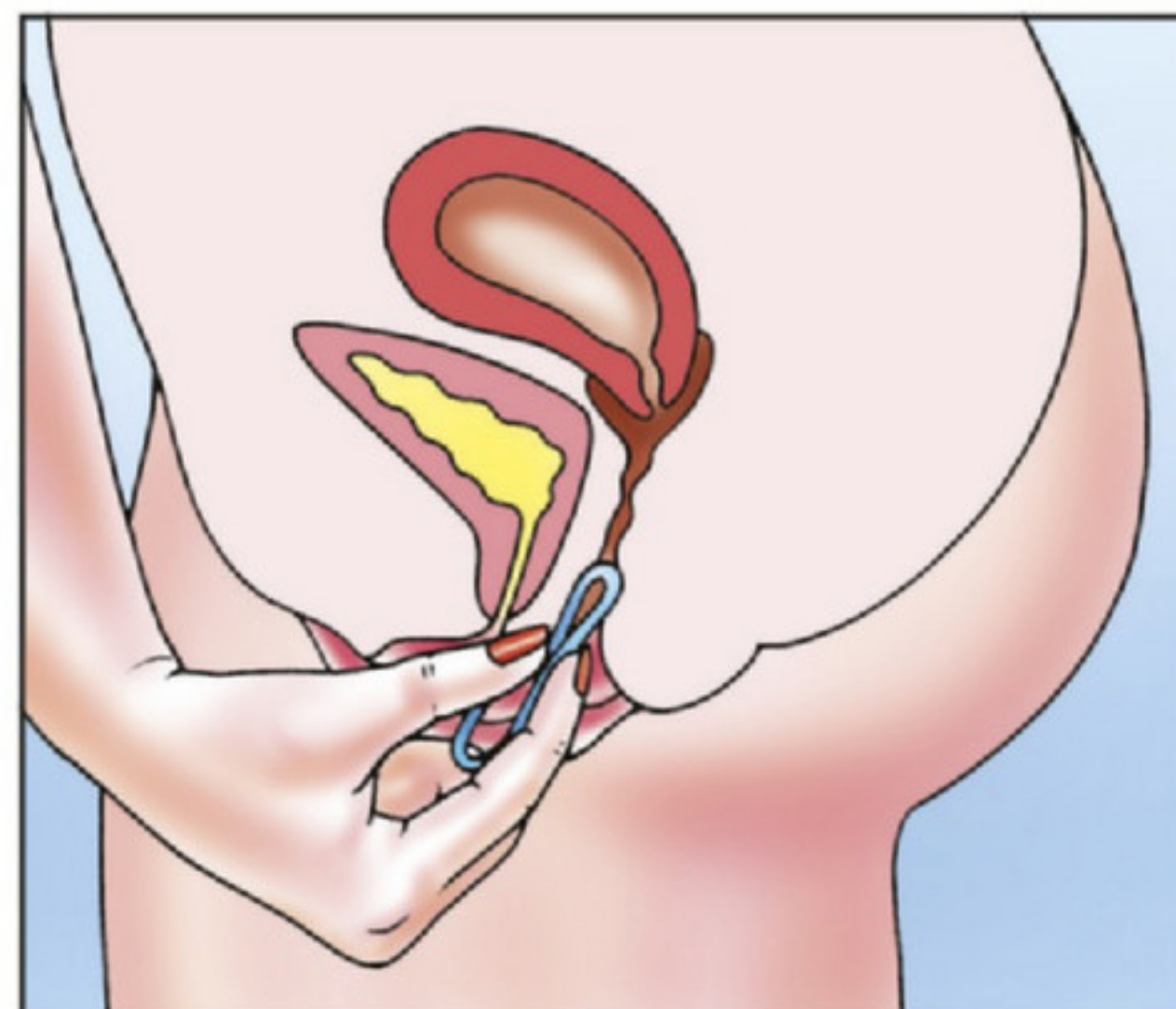
NUVARING

De NuvaRing is een redelijk nieuw voorbehoedmiddel. Net als de pil en de prikpil zorgt de NuvaRing er met hormonen voor dat er geen ovulatie plaatsvindt. Je kunt de NuvaRing zelf aanbrengen in de vagina (zie afbeelding 47). De ring blijft drie weken in de vagina zitten.

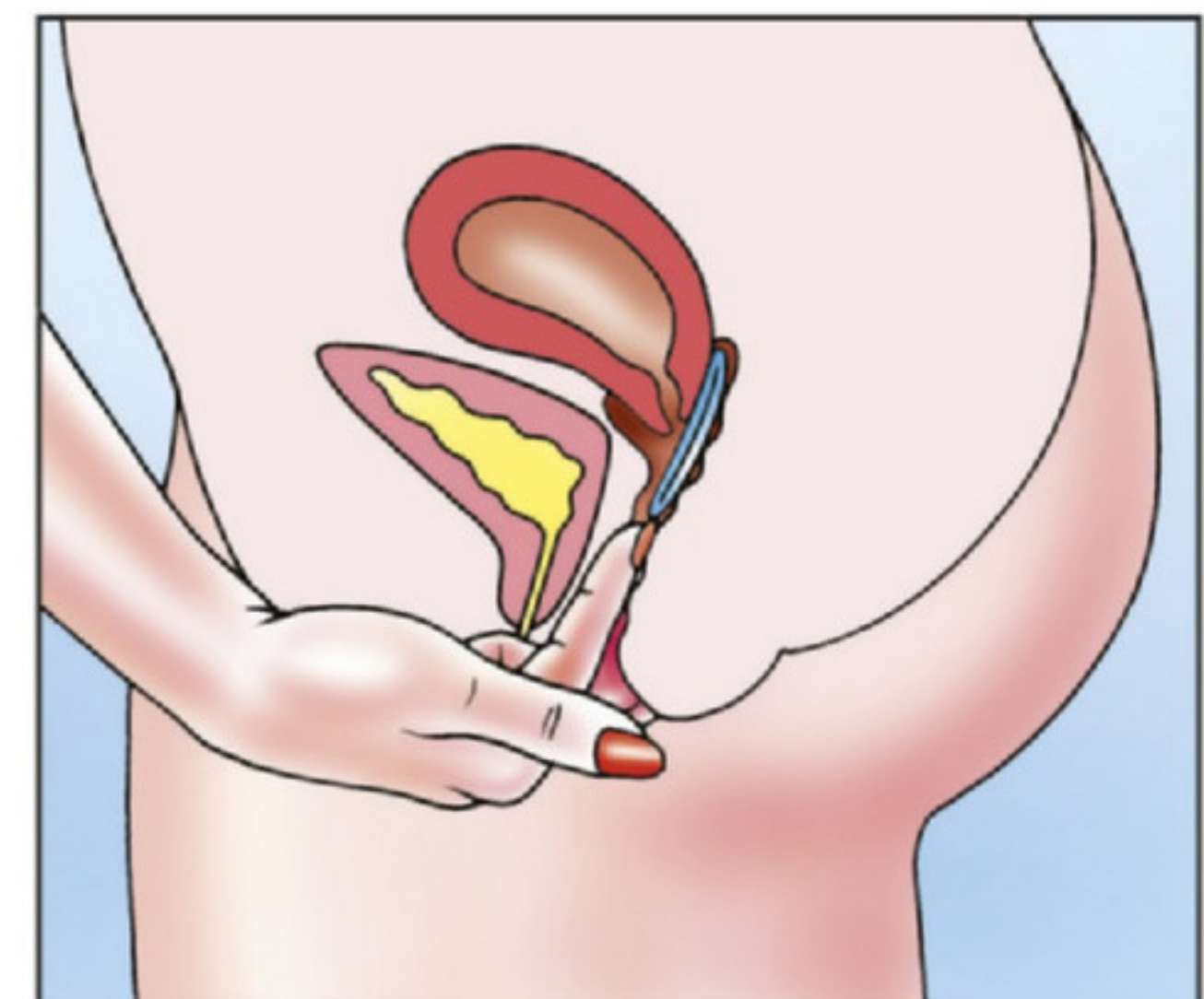
▼ Afb. 47 De NuvaRing inbrengen.



1 Druk de ring samen tussen duim en wijsvinger.



2 Breng de gevouwen ring voorzichtig in de vagina in.



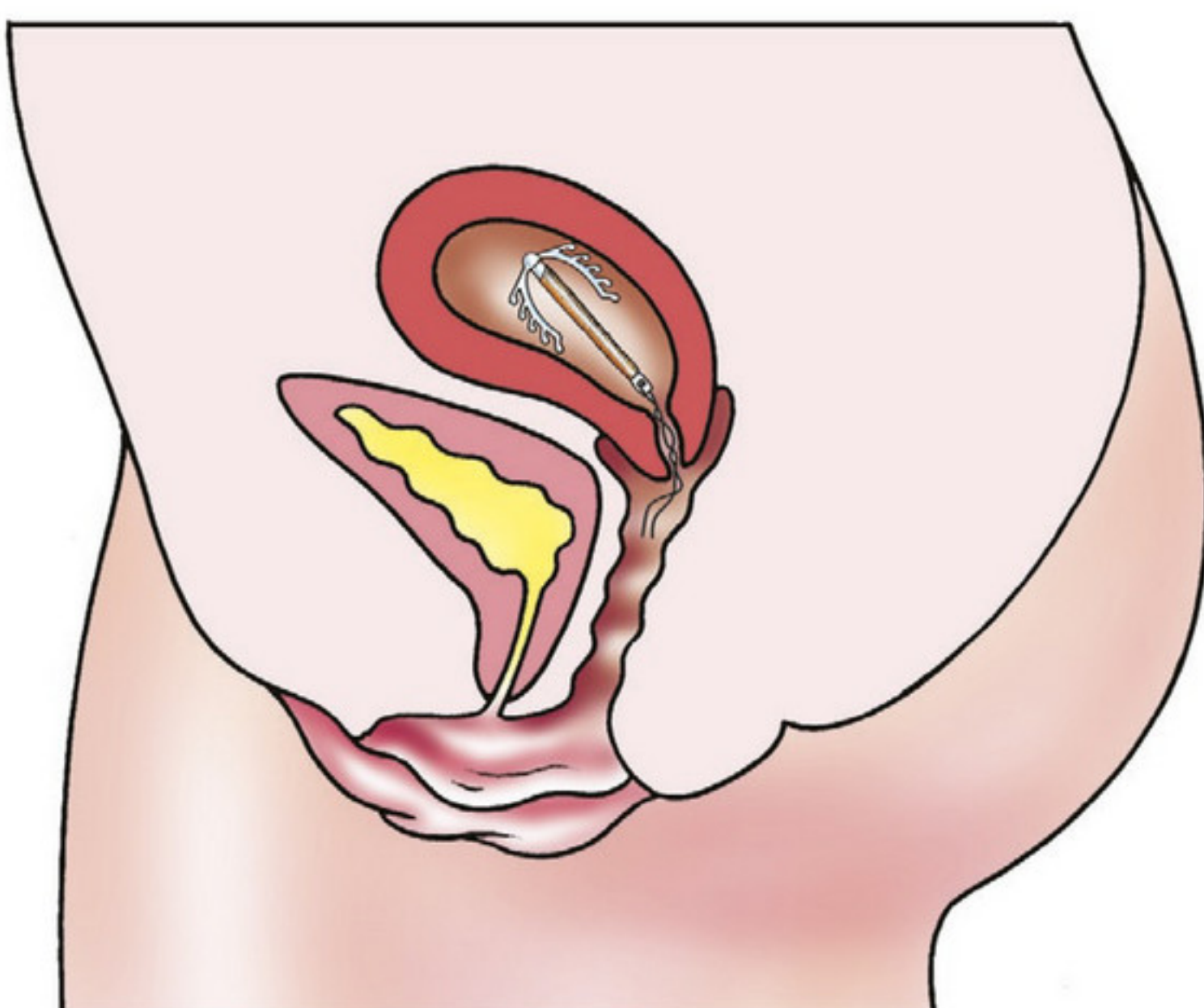
3 Duw de ring met de vinger zo hoog mogelijk de vagina in.

De ring geeft constant een kleine hoeveelheid hormonen af. Deze hormonen worden opgenomen in het bloed. Net als bij de pil is er na drie weken een stopweek. Dan wordt de ring uit de vagina gehaald. Je wordt dan ongesteld. Aan het eind van de stopweek breng je een nieuwe NuvaRing in.

De NuvaRing heeft dezelfde werking als de pil en is net zo betrouwbaar. De hoeveelheid hormonen is kleiner dan bij de pil. Hierdoor kunnen de bijwerkingen minder zijn. Een ander voordeel is dat je niet elke dag meer aan de pil hoeft te denken.

SPIRAALTJE

▼ Afb. 48 Spiraaltje in de baarmoeder.



Een spiraaltje is een buigzaam plastic voorwerp dat in de baarmoeder wordt ingebracht (zie afbeelding 48). Dit moet gebeuren door een arts. Er zijn twee soorten spiraaltjes: hormoonspiraaltjes en koperspiraaltjes.

Een hormoonspiraaltje geeft constant kleine hoeveelheden hormoon af (zie afbeelding 49.1). Deze hormonen verkleinen de kans op bevruchting en innesteling. Het is bijna even betrouwbaar als de pil. Door een hormoonspiraaltje is de menstruatie minder hevig en zijn er minder menstruatieklachten. Een hormoonspiraaltje kan vijf jaar blijven zitten. Daarna is het uitgewerkt.

▼ Afb. 49 Spiraaltjes.



1 hormoonspiraaltje



2 koperspiraaltje

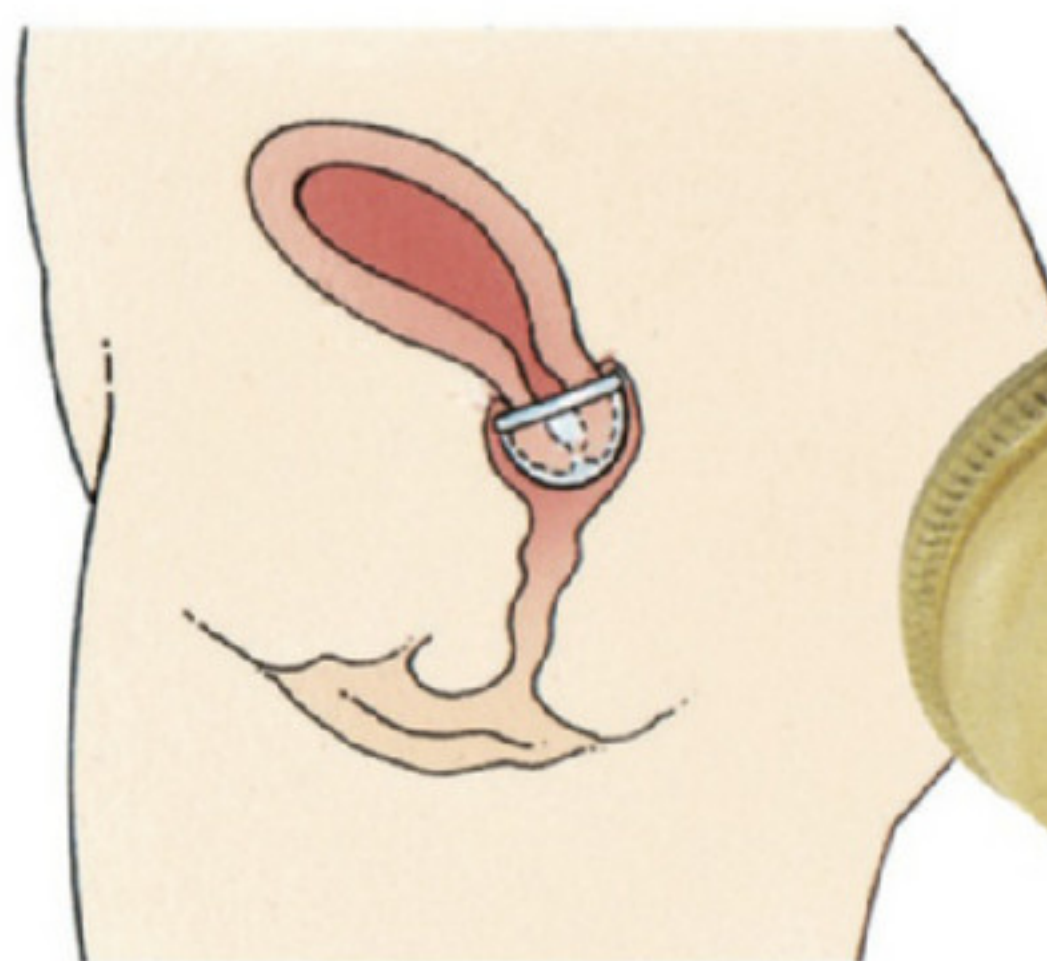
Een **koperspiraaltje** is omwikkeld met een koperdraadje (zie afbeelding 49.2). Er zitten geen hormonen in het koperspiraaltje. Een koperspiraaltje is iets minder betrouwbaar dan een hormoonspiraaltje, maar hoort wel bij de betrouwbare voorbehoedmiddelen. De kans op een zwangerschap is nog steeds erg klein. Het koper zorgt ervoor dat zaadcellen beschadigen. Door de beschadiging kunnen ze de eikel niet meer bevruchten. Ook maakt het koper de innesteling nagenoeg onmogelijk. Een koperspiraaltje kan lang blijven zitten.

Het inbrengen van de spiraaltjes kan eventueel plaatsvinden onder plaatselijke verdoving. Voor beide spiraaltjes geldt dat ze na het inbrengen kunnen zorgen voor buikkrampen en een hevige menstruatie. Na twee maanden moeten deze klachten over zijn.

PESSARIUM

Het **pessarium** is een voorbehoedmiddel dat niet met hormonen werkt. Een pessarium is een zacht rubberen koepeltje. Dit koepeltje bedekt de baarmoedermond (zie afbeelding 50). Je kunt het pessarium zelf aanbrengen voor de geslachtsgemeenschap. De juiste vorm en maat moeten door een arts worden bepaald. De arts leert je ook hoe je het pessarium moet aanbrengen. Om te zorgen dat het pessarium betrouwbaar is, moet het worden ingesmeerd met zaaddodende pasta. Na de geslachtsgemeenschap moet het minstens acht uur blijven zitten. Het pessarium wordt tegenwoordig bijna niet meer gebruikt.

▼ Afb. 50 Een pessarium.

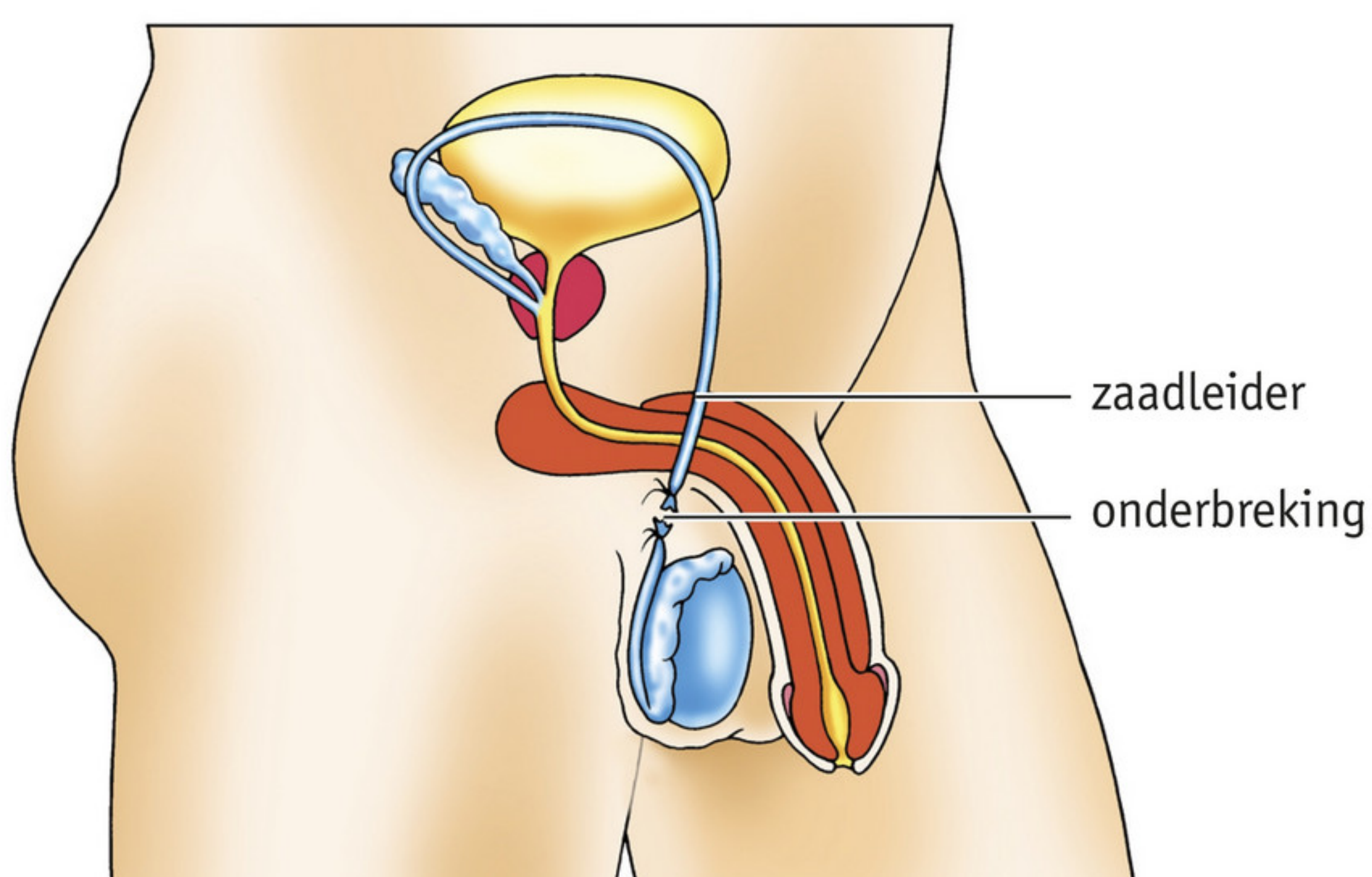


1 aangebracht pessarium



2 zaaddodende pasta

▼ Afb. 51 Sterilisatie bij een man.

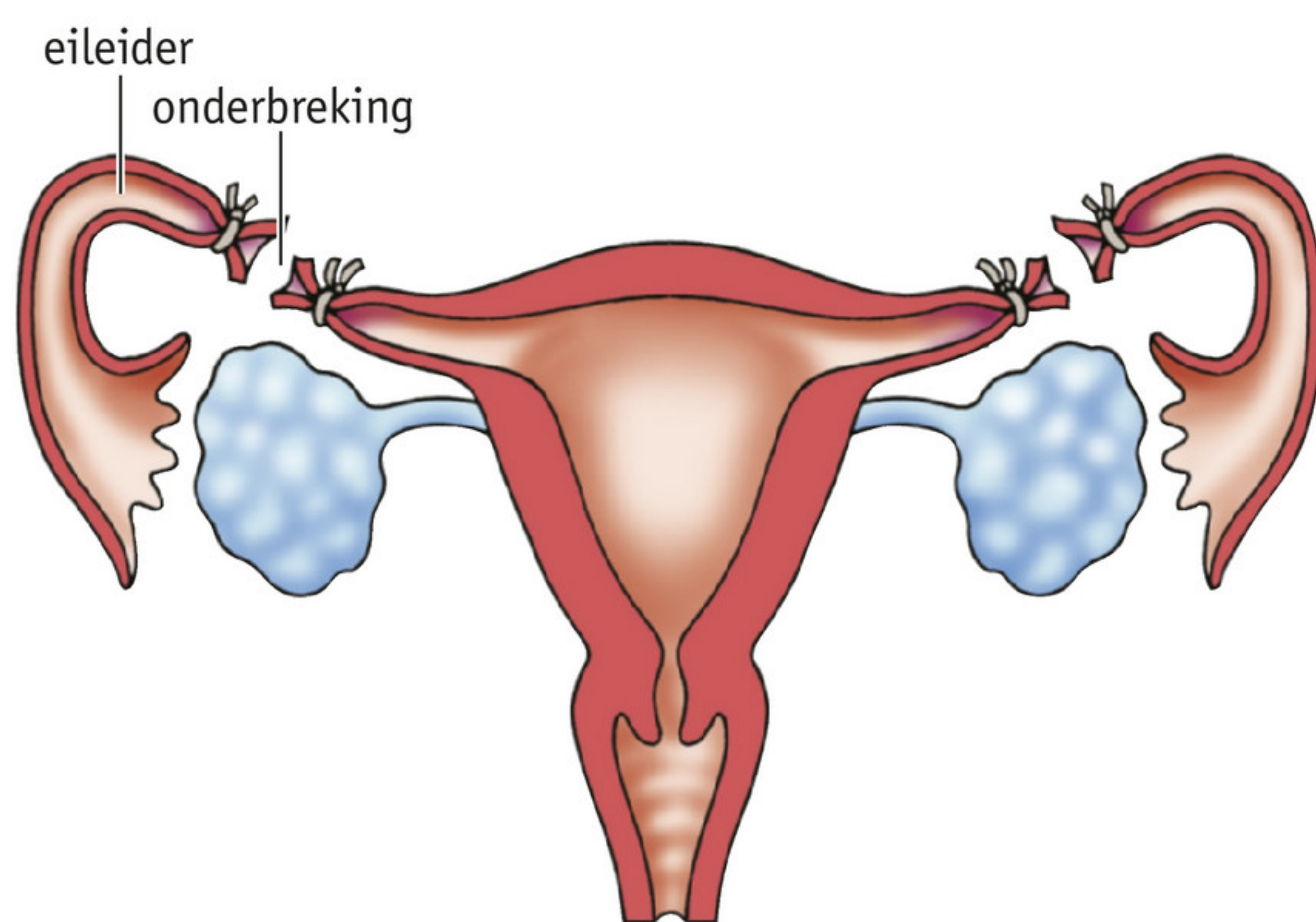
**STERILISATIE**

Als je definitief besloten hebt dat je geen kinderen meer wilt, is sterilisatie een oplossing. Bij **sterilisatie** word je met een kleine operatie onvruchtbaar gemaakt. Dit kan zowel bij de man als bij de vrouw worden gedaan.

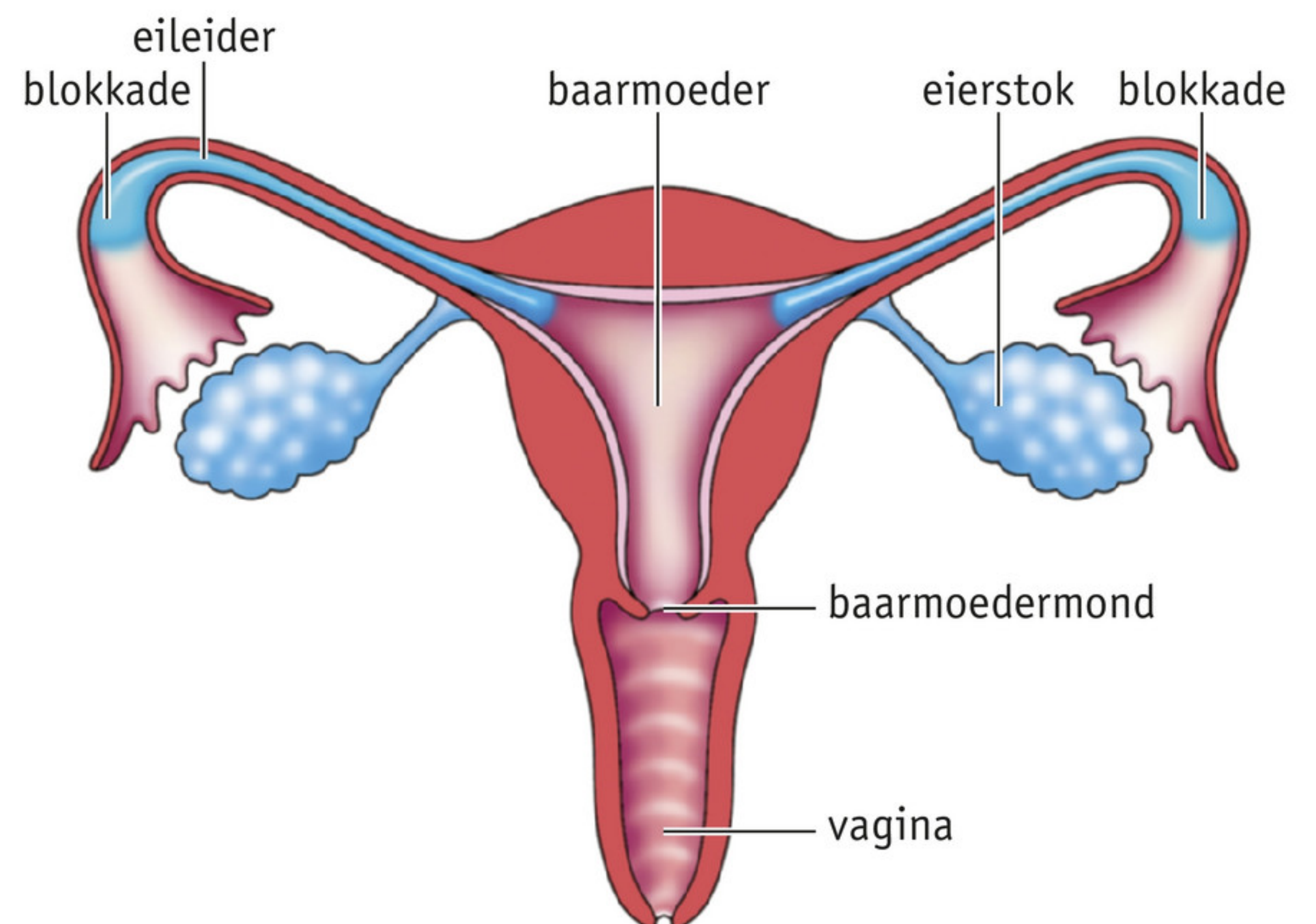
Bij de sterilisatie van een man worden de zaadleiders onderbroken. Een arts haalt bij beide zaadleiders een stukje weg. Daarna maakt hij de uiteinden dicht (zie afbeelding 51). De productie van zaadcellen gaat normaal door. De man krijgt ook nog gewoon een zaadlozing. Alleen de geproduceerde zaadcellen kunnen het lichaam niet meer verlaten. Ze worden afgebroken en opgenomen in het bloed.

Bij de sterilisatie van een vrouw kan een arts de eileiders onderbreken of de doorgang van de eileiders blokkeren. De eicellen kunnen daardoor niet meer in aanraking komen met zaadcellen (zie afbeelding 52). Er blijven eicellen vrijkomen. Ook alle andere gebeurtenissen in de menstruatiecyclus gaan gewoon door. De eicellen sterven af en worden afgebroken. De resten worden opgenomen in het bloed. Een vrouw is na de sterilisatie direct onvruchtbaar. Bij een man duurt dit een tijdje, omdat er in het bovenste deel van de zaadleiters nog zaadcellen kunnen voorkomen.

▼ **Afb. 52** Sterilisatie bij een vrouw.



1 onderbreken van de eileiders



2 blokkeren van de eileiders

NOODMAATREGELEN TEGEN ONGEWENSTE ZWANGERSCHAP

Als je voorbehoedmiddelen niet of niet goed gebruikt, kan het misgaan. Zo kun je de pil zijn vergeten of kan het condoom scheuren. Als dat gebeurt, zijn er noodmaatregelen die je kunt nemen om zwangerschap te voorkomen. Als je er direct na de seks achterkomt dat er iets is misgegaan, kun je de **morning-afterpil** gebruiken. De morning-afterpil (zie afbeelding 53) is een pil die veel hormonen bevat. Deze hormonen voorkomen een ovulatie of innesteling. Door de grote hoeveelheid hormonen kun je behoorlijk misselijk worden. Je moet de pil binnen drie dagen (72 uur) na de geslachtsgemeenschap nemen. De morning-afterpil werkt het best als je hem binnen twaalf uur na de geslachtsgemeenschap slikt. Je kunt de morning-afterpil zonder recept kopen bij de drogist en apotheek.

Als je niet direct actie onderneemt, kun je ongewenst zwanger raken. Je kunt dan kiezen voor een **abortus**. Als je minder dan zeven weken zwanger bent, kun je de abortuspil nemen. Deze pil zorgt ervoor dat het embryo wordt afgestoten.

De meest gebruikte vorm van abortus is een zuigcurettage. Dit kan tot en met de dertiende week van de zwangerschap. Bij een zuigcurettage wordt het baarmoederslijmvlies met het embryo weggezogen. Dit gebeurt onder plaatselijke verdoving. Na de dertiende week kan een late abortus worden uitgevoerd. Dit is een zwaardere ingreep die nog tot en met de drieëntwintigste week van de zwangerschap kan plaatsvinden.

Een abortus is in Nederland gratis. Je hebt een verplichte bedenktijd van minimaal vijf dagen, na een gesprek met de arts.

▼ **Afb. 53** Morning-afterpil.



9 Seksualiteit

Tijdens de puberteit worden veel jongeren voor het eerst verliefd. Seksualiteit gaat dan een rol spelen in hun leven. Seksualiteit hoort bij de **voortplanting**, maar we hebben niet alleen seks om ons voort te planten. Seksualiteit geeft mensen ook plezier, het windt mensen op. We noemen dat **lustbeleving**. Deze lustbeleving is belangrijk voor het onderhouden van een relatie. Als je gek bent op elkaar of van elkaar houdt, wil je graag seks met elkaar hebben. In veel reclames speelt seksualiteit in combinatie met lustbeleving dan ook een rol. Bijvoorbeeld een mooie vrouw die een parfum aanprijst. Of een knappe man in de nieuwste auto.

HETEROSEKSUALITEIT EN HOMOSEKSUALITEIT

De meeste mensen voelen zich aangetrokken tot iemand van het andere geslacht. Je bent dan **heteroseksueel**. Maar je kunt ook op iemand vallen van hetzelfde geslacht. Dan ben je **homoseksueel**. 'Homo' betekent 'hetzelfde'. Homoseksuele vrouwen worden ook wel **lesbisch** genoemd. Je kunt ook op zowel mannen als vrouwen vallen. Dan ben je **biseksueel**.

In Nederland is homoseksualiteit tegenwoordig normaal. Dat is in veel landen niet zo. In sommige landen is het ten strengste verboden homoseksueel te zijn. Soms is dit gebonden aan een bepaalde geloofsovertuiging. In sommige landen moeten homoseksuele mannen en vrouwen zelfs vrezen voor hun leven (zie afbeelding 54).

▼ Afb. 54

Homoseksuele Iranese asielzoeker krijgt verblijfsvergunning

De 19-jarige Iranese homoseksuele asielzoeker Mehdi Kazemi krijgt in Groot-Brittannië een verblijfsvergunning. Kazemi vroeg al eerder asiel aan in Groot-Brittannië. Daar dreigde hij te worden uitgezet naar Iran. Om dat te voorkomen kwam hij naar Nederland. In Iran loopt hij vanwege zijn homoseksuele geaardheid gevaar. Hij kan daar zelfs ter dood worden veroordeeld. In Nederland

geldt bescherming voor homo's uit Iran. Vanuit Nederland is via het Europees Parlement en de Tweede Kamer protest aangetekend tegen de dreigende uitzetting in Groot-Brittannië.

Na een spoeddebat in de Tweede Kamer werd besloten dat Kazemi teruggaat naar Groot-Brittannië en daar alsnog een verblijfsvergunning krijgt.

SEKSUEEL GEWELD EN MISBRUIK

Helaas kan lustbeleving ook tot seksueel geweld en seksueel misbruik leiden. Voorbeelden hiervan zijn incest, ongewenste intimiteiten, aanranding en verkrachting.

Bij **incest** pleegt een familielid seksuele handelingen met het slachtoffer. Bij ongewenste intimiteiten verricht iemand lichte seksuele handelingen met een slachtoffer, zonder dat deze daarmee instemt. Bij een **aanranding** worden met geweld, onder dwang of onder bedreiging seksuele handelingen verricht met het slachtoffer. Bij een **verkrachting** vindt daarbij ook geslachtsgemeenschap plaats.

Ook digitaal kan seksueel geweld voorkomen. Hierbij kun je denken aan grooming (zie afbeelding 55). Bij **grooming** verleidt een volwassene minderjarige meisjes of jongens. Dit gebeurt eerst via sociale media. De dader probeert het slachtoffer te verleiden om bijvoorbeeld naakt voor de webcam te komen. Uiteindelijk kan het tot een ontmoeting leiden waarbij het slachtoffer wordt misbruikt.

Een **loverboy** is iemand die een meisje in de prostitutie terecht laat komen. Meestal gebeurt dit door het meisje eerst te verleiden en daarna te bedreigen.

Seksueel geweld komt vaker voor dan wordt gedacht. Veel gevallen worden nooit bekend. Het slachtoffer durft er bijvoorbeeld niet over te praten, schaamt zich of wordt bedreigd door de dader. De dader kan alleen worden gestraft als slachtoffers vertellen wat er is gebeurd. Dit kan bijvoorbeeld bij de huisarts of een vertrouwenspersoon op school.

WB OPDRACHT 48 EN 49 BLZ. 86

▼ Afb. 55

Veroordeeld voor grooming

Een 35-jarige man uit Ede is maandag veroordeeld tot 3,5 jaar celstraf en tbs met dwangverpleging, omdat hij via internet seksueel contact zocht met minderjarige meisjes en jongens (grooming). Met twee meisjes had de man fysiek seksueel contact. Er was vijf jaar celstraf en tbs tegen de man geëist.

Verdachte Ronald van Z. zocht via social media contact met negen minderjarige meisjes en jongens (van 12 tot 15 jaar). Hij maakte nepprofielen aan met foto's van een jonge jongen of een meisje en loog over zijn leeftijd. De

meisjes en jongens werden verleid tot het verrichten van seksuele handelingen met zichzelf voor de webcam. De rechtbank in Den Bosch komt tot een lagere straf, omdat niet voor alle beschuldigingen genoeg bewijs is. Volgens de rechter is de kans op herhaling groot, onder andere doordat de man eerder is veroordeeld voor seksueel geweld. De rechtbank verwacht dat een lange behandeling nodig is.

Bron: *www.ad.nl*, 24-11-2014.

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een man met hun ligging, bouw en functies noemen, in afbeeldingen aanwijzen en hun werking beschrijven.

- Teelballen: produceren zaadcellen.
- Bijballen: slaan zaadcellen tijdelijk op.
- Balzak: huidplooi waarin teelballen en bijballen liggen.
- Zaadleiders: vervoeren zaadcellen.
- Zaadblaasjes: voegen zaadvocht en voedingsstoffen toe.
- Prostaat: voegt zaadvocht toe.
 - Sperma bestaat uit zaadcellen en zaadvocht met voedingsstoffen.
 - Door het vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat bewegen zaadcellen beter.
- Urinebuis: vervoert urine en sperma.

- Penis: brengt sperma de vagina in.
 - Zwellichamen: brengen de penis in erectie.
 - Eikel: vangt prikkels op die kunnen leiden tot een orgasme.
 - Voorhuid: huidplooi om de eikel.

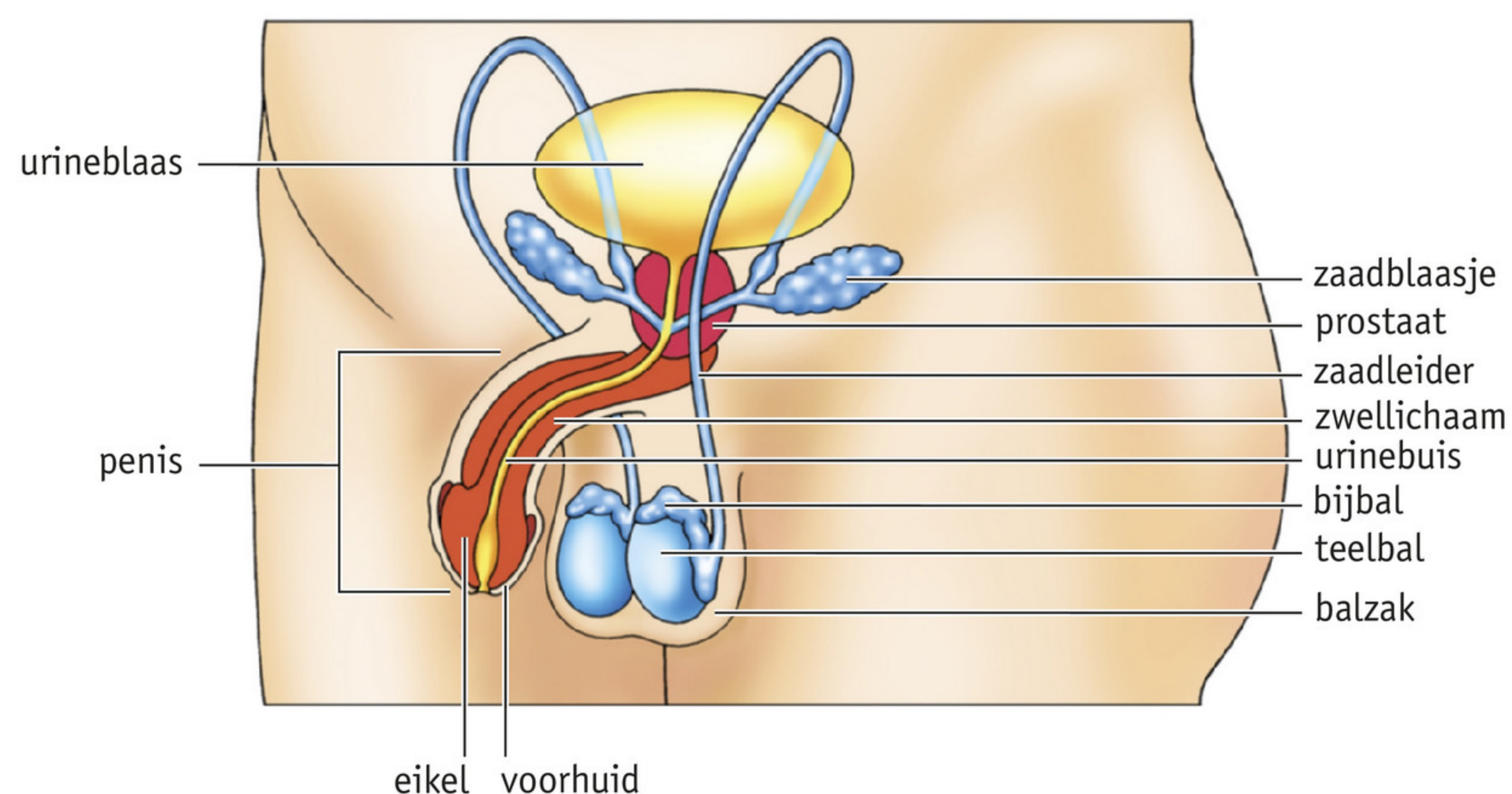
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

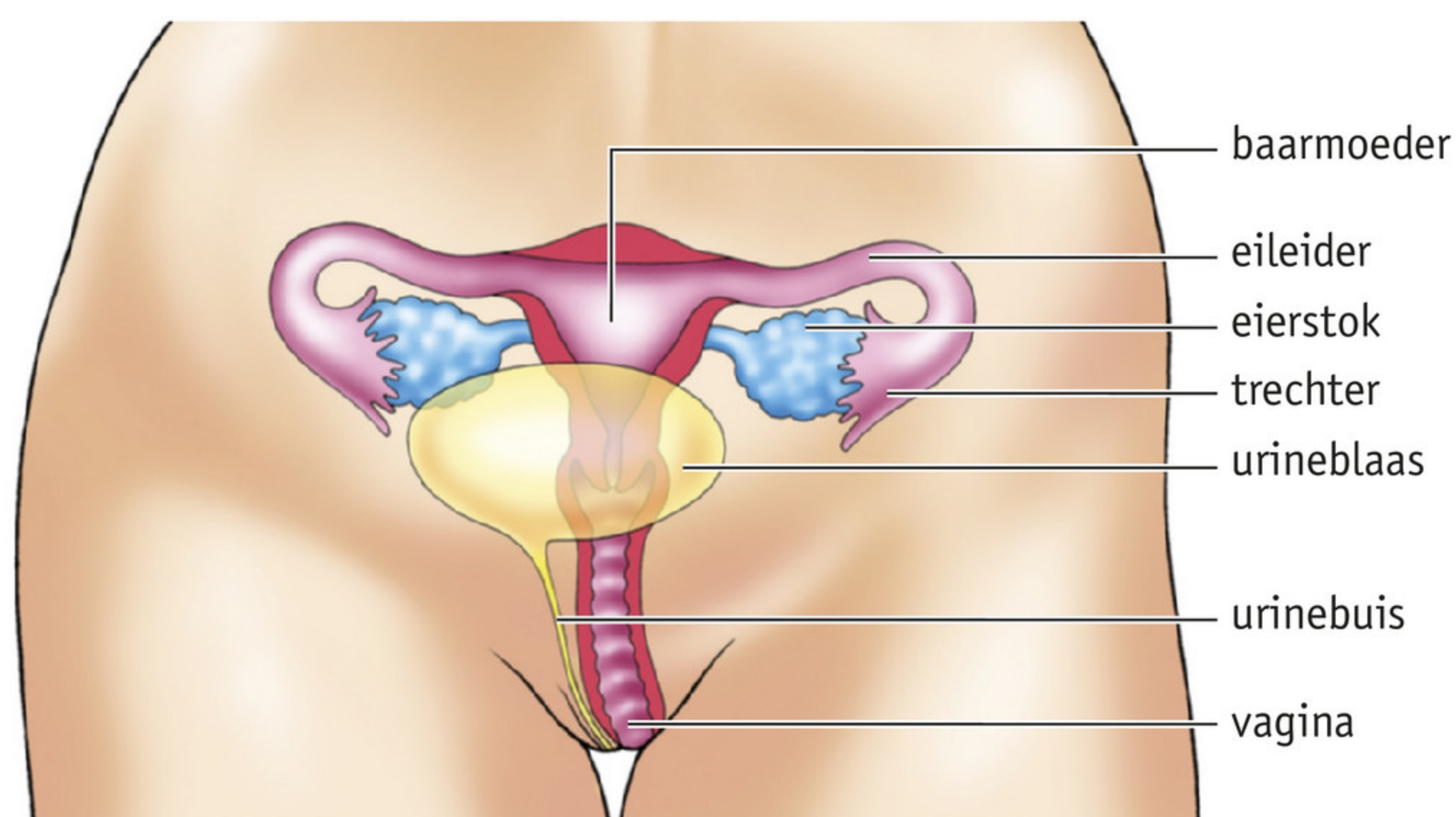
Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw met hun ligging, bouw en functies noemen, in afbeeldingen aanwijzen en hun werking beschrijven.

- Eierstokken: produceren eicellen.
 - Bij de geboorte zijn in de eierstokken alle cellen al aanwezig die zich tot eicel kunnen ontwikkelen.
 - Eicellen ontwikkelen zich in follikels.
- Eileiders: vervoeren eicellen.
 - Trechters: trechtervormig deel van de eileider. Vangen eicellen op die vrijkomen uit de eierstokken.

▼ **Afb. 56** Het voortplantingsstelsel van een man (schematisch).

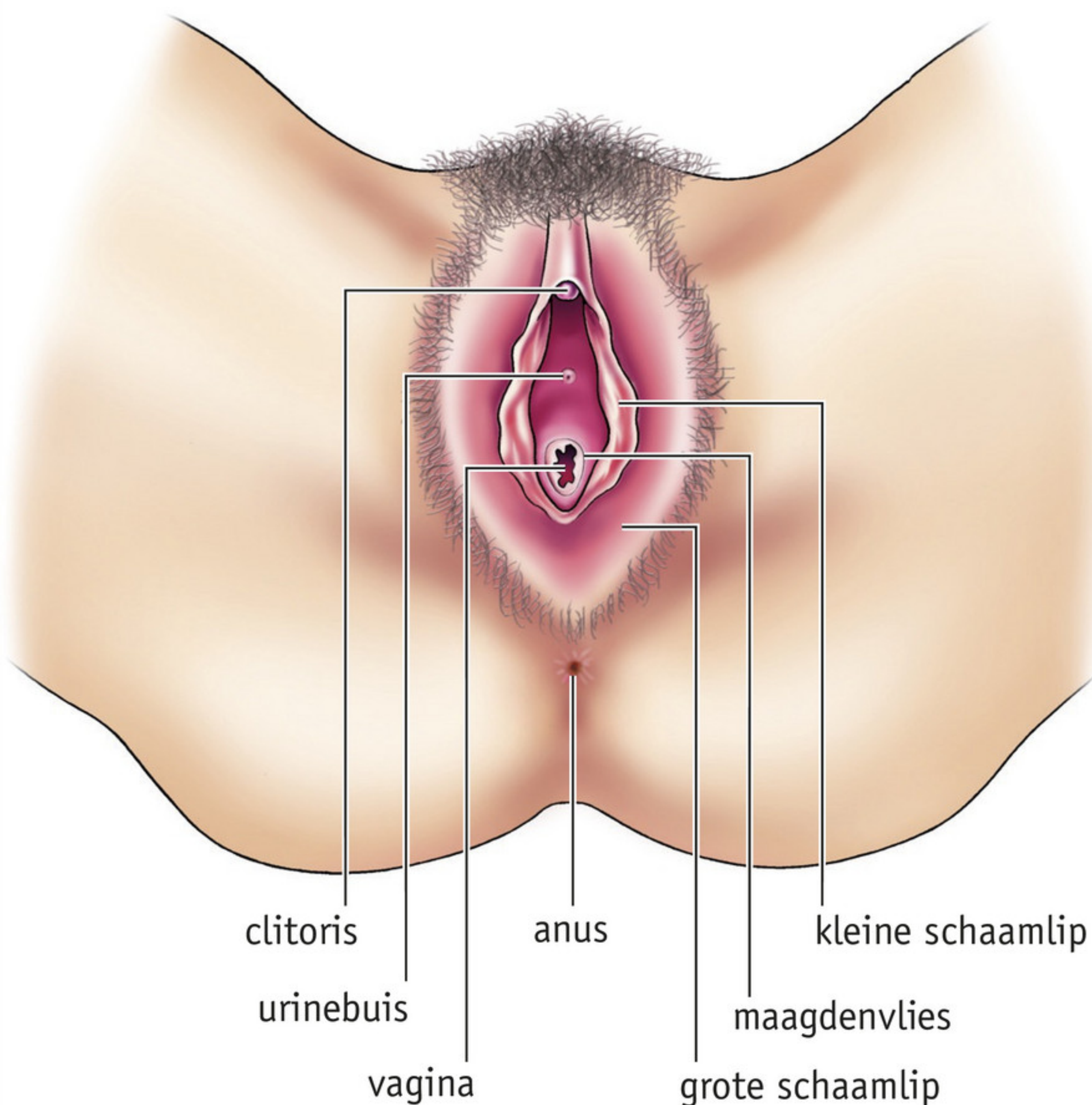


▼ **Afb. 57** Het voortplantingsstelsel van een vrouw (schematisch).



- Baarmoeder: hierin ontwikkelt het embryo zich.
 - De baarmoeder heeft een dikke gespierde wand die met slijmvlies is bekleed.
- Vagina.
 - Hierin komt het sperma bij geslachtsgemeenschap.
 - Bij de geboorte komt het kind via de vagina ter wereld.
 - Maagdenvlies: slijmvliesplooï aan het begin van de vagina die de vagina gedeeltelijk afsluit.
- Clitoris: vangt prikkels op die kunnen leiden tot een orgasme.
- Kleine schaamlippen: via de wand komt vaginaal vocht vrij, waardoor de toegang tot de vagina gladder wordt.
- Grote schaamlippen: liggen om de kleine schaamlippen heen.

▼ **Afb. 58** De uitwendige voortplantingsorganen van een vrouw.



DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt de verschillen in de bouw en functie van zaadcellen en eicellen noemen.

Zaadcellen	Eicellen
Klein	In verhouding groot
Kunnen zelf bewegen (met de zweepstaart)	Kunnen niet zelf bewegen
Bevatten geen reservevoedsel	Bevatten veel reservevoedsel
Vele miljoenen per zaadlozing	Meestal één eicel per vier weken

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Je kunt het doel van reductiedeling (meiose) beschrijven en je kunt de vorming van chromosomenparen bij de bevruchting beschrijven.

- Doel van reductiedeling: geslachtscellen vormen.
 - Eicellen en zaadcellen zijn geslachtscellen.
- Het aantal chromosomen halveert na reductiedeling.
 - In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
 - Bij reductiedeling wordt het aantal chromosomen per cel gehalveerd.
 - In geslachtscellen komen de chromosomen in enkelvoud voor.
- Bij de bevruchting smelten één eicel en één zaadcel samen.
 - Na de bevruchting komen chromosomen weer in paren voor.
 - De bevruchte eicel bevat weer het normale aantal chromosomen. Bij de mens zijn dit 46 chromosomen.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Je kunt omschrijven wat primaire en secundaire geslachtskenmerken zijn en daarbij voorbeelden voor jongens en meisjes noemen.

- Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.
 - Bij jongens: balzak en penis.
 - Bij meisjes: vagina.
- Secundaire geslachtskenmerken ontstaan in de puberteit onder invloed van geslachtshormonen.
 - Teelballen en eierstokken maken geslachtshormonen.
 - De hypofysehormonen zorgen dat teelballen en eierstokken deze geslachtshormonen gaan maken.

- Bij jongens: onder invloed van testosteron, het mannelijk geslachtshormoon, o.a. baardgroei, gespierdere lichaamsbouw en lagere stem.
- Bij meisjes: onder invloed van oestrogenen, de vrouwelijke geslachtshormonen, o.a. borstontwikkeling, bredere heupen en rondere lichaamsvormen.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt de processen tijdens de menstruatiecyclus beschrijven.

- Op de eerste dag van de menstruatie begint de menstruatiecyclus.
 - Vanaf de puberteit tot aan de overgang.
 - De cyclus duurt gemiddeld vier weken.
- In de eerste twee weken van de menstruatiecyclus rijpen de follikels in de eierstokken.
 - Follikels worden groter en vullen zich met vocht, onder invloed van een hypofysehormoon.
 - Onder invloed van vrouwelijke geslachtshormonen wordt het baarmoederslijmvlies dikker en krijgt het veel bloedvaten.
- De ovulatie is rondom de veertiende dag van de menstruatiecyclus.
 - Een rijpe follikel neemt nog meer vocht op en barst open, onder invloed van een hypofysehormoon.
 - Ovulatie: de eikel komt vrij uit de eierstok.
 - Een onbevuchte eikel blijft na ovulatie 12 tot 24 uur in leven.
 - Als geen bevruchting plaatsvindt, sterft de eikel af in een eileider. De resten worden opgenomen in het bloed.
- Na de ovulatie.
 - Het gele lichaam ontstaat uit de resten van de opengebarsten follikel.
 - Het gele lichaam produceert hormonen (o.a. oestrogenen), waardoor het baarmoederslijmvlies nog dikker wordt en voedingsstoffen voor het embryo gaat afscheiden.
 - Het gele lichaam sterft af als er geen bevruchting plaatsvindt. Er worden geen hormonen meer geproduceerd en het baarmoederslijmvlies wordt afgebroken.
 - Er treedt menstruatie op, gemiddeld veertien dagen na de ovulatie.
 - Tijdens de menstruatie verlaten een deel van het baarmoederslijmvlies en bloed via de vagina het lichaam.
- De menstruatiecyclus begint opnieuw.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Je kunt beschrijven welke veranderingen er in het lichaam van de vrouw plaatsvinden net voor en na de bevruchting.

- Zaadcellen blijven na een zaadlozing ongeveer drie dagen in leven. Ze bewegen zich via de baarmoeder naar de eileiders.
- Bevruchting: de kern van de eikel smelt samen met de kern van de zaadcel.
 - Bevruchting vindt plaats in een eileider.
 - De vruchtbare periode is drie tot vier dagen rondom de ovulatie.
 - Eén eikel wordt door één zaadcel bevrucht. Nadat de kop van een zaadcel de eikel is binnengedrongen, vormt de eikel een ondoordringbare laag.
- Een bevruchte eikel deelt zich een aantal keren. Er ontstaat een klompje cellen. Hierbij vindt geen groei plaats.
- Innesteling: het klompje cellen zet zich vijf tot zeven dagen na de ovulatie vast in het baarmoederslijmvlies.
- De vrouw is zwanger.
 - Het gele lichaam blijft in stand en blijft hormonen produceren.
 - Het baarmoederslijmvlies blijft dik en rijk aan bloedvaten. Er treedt geen menstruatie op.
 - Er rijpen geen nieuwe follikels in de eierstokken en er vindt geen ovulatie plaats.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Je kunt de embryonale ontwikkeling beschrijven.

- Het embryo neemt zuurstof en voedingsstoffen op uit het baarmoederslijmvlies.
- De placenta wordt gevormd.
 - De placenta is opgebouwd uit weefsel van het embryo en van de moeder.
 - Het bloed van de moeder stroomt vlak langs het bloed van het embryo, maar blijft ervan gescheiden.
 - Zuurstof en voedingsstoffen (o.a. glucose) gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo.
 - Koolstofdioxide en andere afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.
 - Schadelijke stoffen kunnen ook van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo, zoals ziekteverwekkers, sommige geneesmiddelen, alcohol, nicotine en drugs.

- De navelstreng wordt aangelegd.
 - Uit weefsel van het embryo.
 - De navelstreng bevat twee navelstrengslagaders. Het bloed stroomt van het embryo naar de placenta. Het bloed is rijk aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
 - De navelstreng bevat één navelstrengader. Het bloed stroomt van de placenta naar het embryo. Het bloed is rijk aan zuurstof en voedingsstoffen.
- Twee vruchtvliezen en vruchtwater worden gevormd.
 - Het zijn weefsels van het embryo.
 - Het vruchtwater beschermt tegen stoten, tegen uitdroging en tegen wisselingen van temperatuur.
 - Het embryo kan zich in het vruchtwater gemakkelijk bewegen.
- Vanaf de derde maand wordt het embryo foetus genoemd.
 - Na twee maanden zijn bijna alle weefsels gevormd.
 - Hersenen en spieren werken al voor de geboorte.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Je kunt beschrijven hoe eeneiige en twee-eiige tweelingen ontstaan.

- Een twee-eiige tweeling ontstaat als twee eicellen worden bevrucht.
 - Twee eicellen worden bevrucht door twee zaadcellen.
- Een eeneiige tweeling ontstaat uit één bevruchte eicel.
 - Eén eicel wordt bevrucht door één zaadcel.
 - Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel laten cellen van elkaar los. Er worden twee klompjes cellen gevormd.
 - Beide klompjes cellen groeien uit tot een embryo.

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 6

Je kunt beschrijven welke fasen tijdens de geboorte worden doorlopen.

- Indaling: een paar weken voor de bevalling zakt het hoofdje van de foetus naar beneden.
- De geboorte begint met weeën: samentrekkingen van de spieren in de baarmoederwand.
- Ontsluiting: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.
 - De vruchtvliezen breken en het vruchtwater komt via de vagina naar buiten.
- Persweeën: krachtige weeën, waarbij ook de spieren van de buikwand samentrekken.

- Uitdrijving: het kind komt via de vagina naar buiten.
 - Normaal komt het hoofdje het eerst naar buiten.
 - De navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt.
 - Bij de baby beginnen de organen voor ademhaling, vertering en uitscheiding te werken.
- Nageboorte: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen komen, door naweeën, via de vagina naar buiten.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Je kunt de gemiddelde leeftijden en voorbeelden van ontwikkeling bij de levensfasen van de mens noemen.

- Baby: 0–1,5 jaar.
 - Leert o.a. zitten, staan, lopen, blokjes oppakken en reageren op andere mensen.
- Peuter: 1,5–4 jaar.
 - Leert o.a. traplopen, tegen een bal schoppen, een torentje bouwen, met een lepel eten en praten.
- Kleuter: 4–6 jaar.
 - Leert o.a. fietsen, klimmen, tekenen, veters strikken en met andere kinderen spelen.
- Schoolkind: 6–12 jaar.
 - Leert o.a. lezen, schrijven en rekenen.
- Puber: 12–16 jaar.
 - In de puberteit beginnen de voortplantingsorganen te functioneren en komen de secundaire geslachtskenmerken tot ontwikkeling.
- Adolescent: 16–21 jaar.
 - Wordt steeds zelfstandiger.
- Volwassene: 21–65 jaar.
 - Is volledig zelfstandig. Veel volwassenen krijgen kinderen.
- Bejaarde: boven 65 jaar.
 - Krijgt op latere leeftijd vaak lichamelijke of geestelijke gebreken en heeft verzorging nodig.

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 7

Je kunt ziekteverschijnselen en genezingsmogelijkheden noemen van seksueel overdraagbare aandoeningen.

- Soa's of geslachtsziekten: ziekten die je kunt krijgen via contact met penis, vagina, anus en mond van een besmette persoon.
 - Soa's worden veroorzaakt door bacteriën, schimmels of virussen.
 - Soa's kunnen worden voorkomen door een condoom te gebruiken.
- Chlamydia.
 - Niet altijd ziekteverschijnselen.

- Soms meer of andere afscheiding uit penis of vagina, pijn bij het plassen.
- Genezingsmogelijkheden: antibiotica.
- Gonorroe (druiper).
 - Vrouwen merken vaak niets.
 - Ziekteverschijnselen: meer, andere, soms etterige afscheiding uit penis of vagina, branderig gevoel bij het plassen.
 - Genezingsmogelijkheden: antibiotica.
- Syfilis.
 - Ziekteverschijnselen: zweertjes of vlekjes op penis, vagina, anus of mond.
 - Genezingsmogelijkheden: antibiotica.
- Candida.
 - Verschijnselen: afscheiding en jeuk aan de vagina of penis.
 - Genezingsmogelijkheden: medicijnen die schimmels doden.
- Aids: een aantasting van het afweersysteem.
 - Geen specifieke ziekteverschijnselen.
 - Veroorzaakt door hiv.
 - Besmettingswijze: via besmet bloed, sperma, vaginaal vocht of voorvocht.
 - Besmetting gebeurt vooral door onveilige seks of doordat meerdere druggebruikers dezelfde spuit of naald gebruiken.
 - Genezing is niet mogelijk.
 - De ziekte kan wel worden geremd met hiv-remmers.

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 8

Je kunt methoden van geboorteregeling beschrijven en aangeven of ze betrouwbaar zijn of niet.

- Geboorteregeling of anticonceptie: je bepaalt zelf of je een kind wilt of niet.
- Periodieke onthouding: geen geslachtsgemeenschap in de vruchtbare periode rond de ovulatie.
 - Onbetrouwbaar doordat het tijdstip van ovulatie niet precies is vast te stellen.
- Coïtus interruptus: de man trekt zijn penis net voor de zaadlozing terug uit de vagina.
 - Onbetrouwbaar doordat in het voorvocht zaadcellen kunnen voorkomen.
- Condoom: een latex hoesje wordt om de penis gerold of in de vagina aangebracht (vrouwencondoom).
 - Een condoom verhindert dat er sperma in de vagina komt en beschermt tegen soa's.
 - Betrouwbaar.

- De pil, de prikpil en de NuvaRing: bevatten hormonen die ervoor zorgen dat er geen ovulatie plaatsvindt.
 - Betrouwbaar.
 - De pil moet dagelijks worden ingenomen.
 - De prikpil wordt om de drie maanden geïnjecteed.
 - De NuvaRing moet één keer per maand in de vagina worden ingebracht.
 - De NuvaRing en de pil hebben na drie weken een stopweek. In deze week treedt de menstruatie op.
- Spiraaltje: wordt in de baarmoeder aangebracht en kan vijf jaar blijven zitten.
 - Hormoonspiraaltje: door de werking van hormonen worden bevruchting en innesteling nagenoeg onmogelijk.
 - Koperspiraaltje: door het koperdraadje worden zaadcellen beschadigd en wordt innesteling bemoeilijkt.
 - Spiraaltjes zijn betrouwbaar.
- Pessarium: een rubber koepeltje dekt de baarmoedermond af.
 - Wordt ingesmeerd met een zaaddodend middel.
 - Een pessarium moet na de geslachtsgemeenschap nog acht uur blijven zitten.
 - Minder betrouwbaar.
- Sterilisatie.
 - Bij een man worden de zaadleiters onderbroken.
 - Er vindt een zaadlozing zonder zaadcellen plaats.
 - Bij een vrouw worden de eileider onderbroken of geblokkeerd.
 - Na sterilisatie gaat de menstruatiecyclus gewoon door.
 - Sterilisatie is een blijvende ingreep.
 - Betrouwbaar.

DOELSTELLING 14

BASISSTOF 8

Je kunt noodmaatregelen tegen ongewenste zwangerschap noemen.

- Bij geen of verkeerd gebruik van een voorbehoedmiddel worden noodmaatregelen genomen tegen zwangerschap.
 - Morning-afterpil: deze pil bevat een grote hoeveelheid hormonen die ovulatie of innesteling voorkomen. Zo snel mogelijk na de geslachtsgemeenschap innemen tot maximaal drie dagen na de geslachtsgemeenschap.

- Abortuspil: kan tot en met de zevende week van de zwangerschap worden geslikt. Hierdoor worden het embryo en het baarmoederslijmvlies afgestoten.
- Zuigcurettage: met een zuigpompje wordt het baarmoederslijmvlies met het embryo weggezogen. Een zuigcurettage is een vorm van abortus die tot en met de dertiende week van de zwangerschap kan worden uitgevoerd.
- Late abortus kan na de dertiende week plaatsvinden tot en met de 23e week van de zwangerschap.

DOELSTELLING 15

BASISSTOF 9

Je kunt functies van seksualiteit noemen en verschillen in opvattingen, normen en waarden daarover omschrijven.

- Voortplanting en lustbeleving zijn functies van seksualiteit.
 - Er zijn verschillende manieren in het omgaan met seksualiteit.
- Heteroseksualiteit: je aangetrokken voelen tot iemand van het andere geslacht.
- Homoseksualiteit: je aangetrokken voelen tot iemand van hetzelfde geslacht.
 - Bij vrouwen wordt dit ook wel lesbisch genoemd.
 - Er zijn verschillende meningen over homoseksualiteit. In sommige landen en bij sommige geloven is het verboden om homoseksueel te zijn.
- Bisexualiteit: zowel op mannen als op vrouwen vallen.
- Lustbeleving kan leiden tot seksueel misbruik of seksueel geweld.
 - Voorbeelden: incest, aanranding, verkrachting, loverboys, grooming.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geleerd dat mensen verschillende opvattingen over seksualiteit kunnen hebben.
- Je hebt geleerd om met argumenten een mening te geven over seksualiteit en deze te onderbouwen.
- Je hebt geoefend in het maken en aflezen van diagrammen en grafieken.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en brochures.
- Je hebt geleerd om feiten van meningen te onderscheiden.
- Je hebt geoefend in het maken van berekeningen met biologische gegevens.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Drie functies van het voortplantingsstelsel van de man zijn:

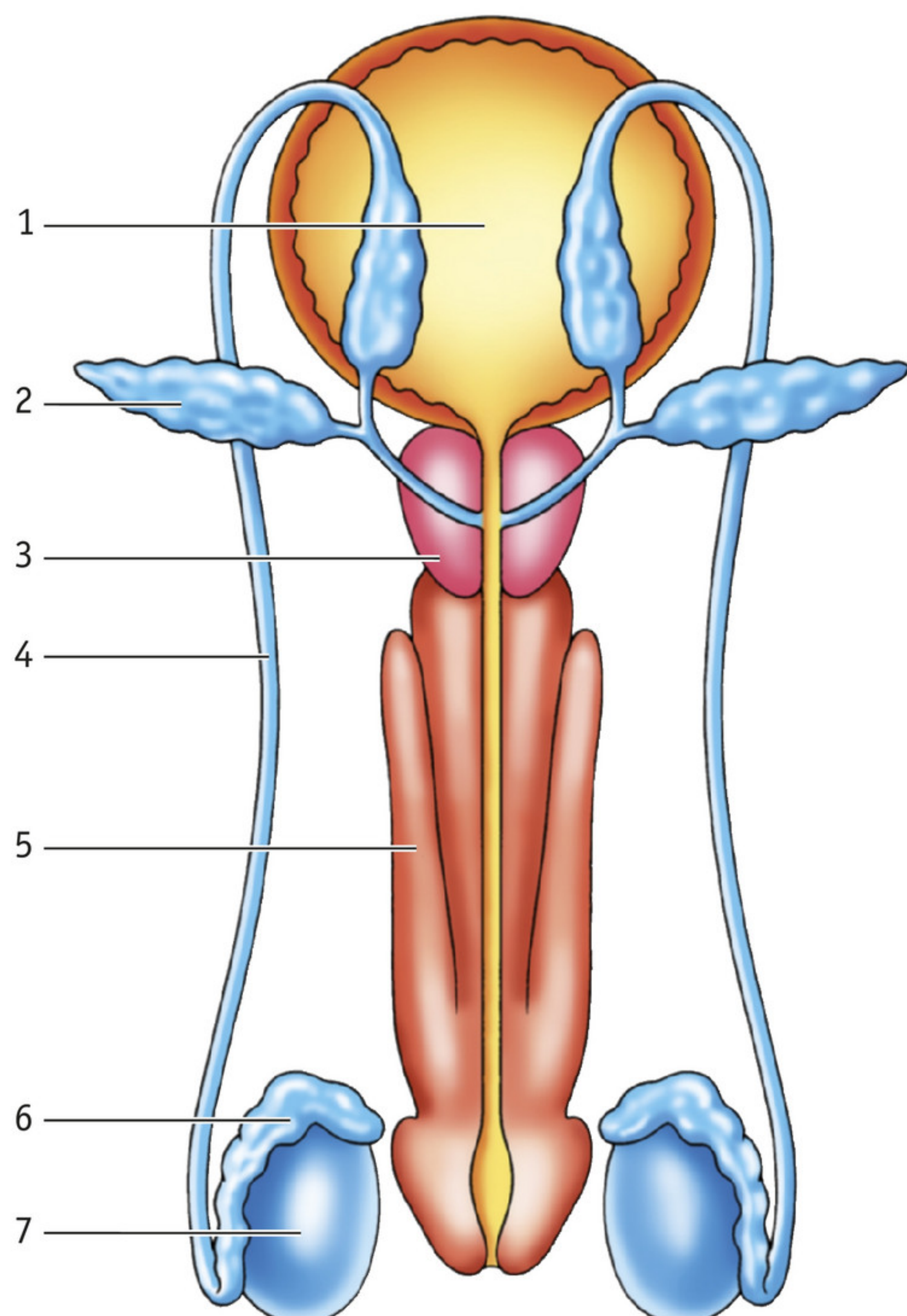
- 1 productie van zaadcellen;
- 2 opslag van zaadcellen;
- 3 productie van testosteron.

Welke van deze functies wordt of worden uitgeoefend door de bijballen?

- A Alleen functie 1.
- B Alleen functie 2.
- C Alleen functie 3.
- D De functies 1 en 2.
- E De functies 2 en 3.
- F De functies 1, 2 en 3.

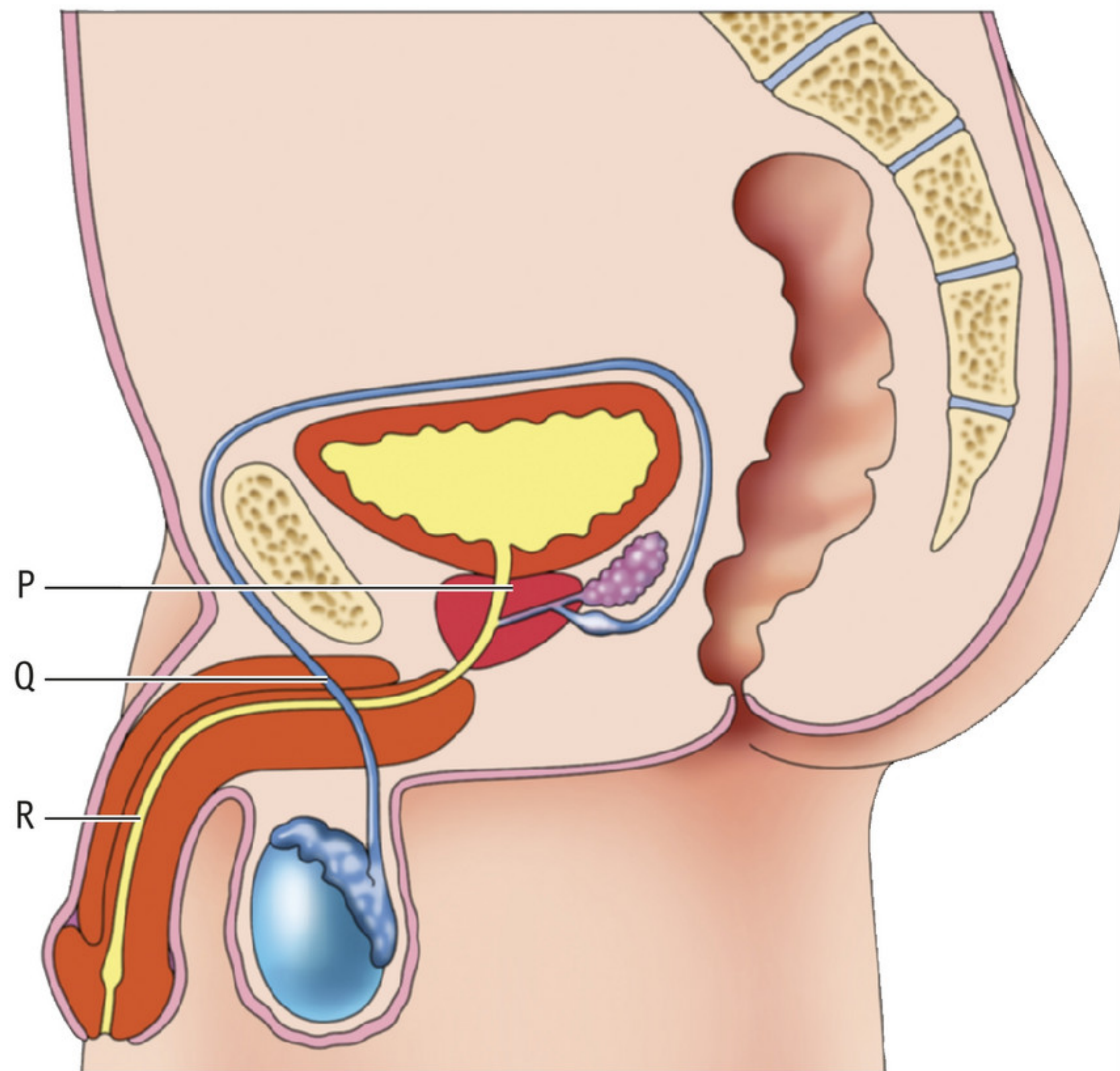
De volgende gegevens horen bij vraag 2 tot en met 4. In afbeelding 59 is het voortplantingsstelsel van een man schematisch getekend.

▼ **Afb. 59** Mannelijk voortplantingsstelsel.



- 2** In welk(e) van de genummerde organen worden zaadcellen gevormd?
 - A Alleen in orgaan 2.
 - B Alleen in orgaan 6.
 - C Alleen in orgaan 7.
 - D In de organen 2 en 6.
 - E In de organen 6 en 7.
- 3** Met welk nummer is het deel aangegeven dat de penis in erectie brengt?
 - A Met nummer 2.
 - B Met nummer 3.
 - C Met nummer 5.
 - D Met nummer 6.
- 4** Welke van de genummerde organen produceren een bestanddeel van sperma?
 - A Alleen de organen 2 en 3.
 - B Alleen de organen 2 en 6.
 - C Alleen de organen 6 en 7.
 - D De organen 2, 3 en 7.
- 5** Ankie zegt dat de temperatuur in de buikholte iets lager is dan in de teelballen. Najib zegt dat de voorhuid de huidplooi is, waarin teelballen en bijballen liggen. Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Alleen Ankie heeft gelijk.
 - B Alleen Najib heeft gelijk.
 - C Ankie en Najib hebben allebei gelijk.
 - D Ankie en Najib hebben geen van beiden gelijk.
- 6** In afbeelding 60 zijn drie buizen aangegeven met letters. Door welke van de buizen P, Q en R vindt zowel afvoer van zaadcellen als afvoer van urine plaats?
 - A Alleen door buis P.
 - B Alleen door buis R.
 - C Alleen door de buizen Q en R.
 - D Door de buizen P, Q en R.

▼ Afb. 60 'Afvoerbuizen'.



- 7 Wat is de functie van de zaadleiders?
- A Huidplooi om de eikel te beschermen.
 - B Prikkel opvangen die kunnen leiden tot een orgasme.
 - C Urine en sperma vervoeren.
 - D Zaadcellen vervoeren.
- 8 Er zijn veel dingen die invloed hebben op de ontwikkeling van zaadcellen in de teelballen van een man. Alcohol drinken en roken zorgen er bijvoorbeeld voor dat de kwaliteit van zaadcellen slechter wordt. Van sommige dingen is het nog niet duidelijk welke invloed ze hebben. Daarom wordt er onderzoek naar gedaan. Uit een van die onderzoeken is gebleken dat het gebruiken van een laptop geen invloed heeft op de ontwikkeling van zaadcellen. Wat is een goede onderzoeksopzet om dit te onderzoeken?
- A Zaadcellen vergelijken van mannen van 50 jaar die nog nooit een laptop hebben gebruikt, met zaadcellen van mannen van 40 jaar die regelmatig een laptop gebruiken.
 - B Zaadcellen vergelijken van mannen van 50 jaar die regelmatig een laptop gebruiken, met zaadcellen van mannen van 50 jaar die nog nooit een laptop hebben gebruikt.
 - C Zaadcellen vergelijken van een man van 50 jaar die regelmatig een laptop gebruikt, met zaadcellen van een man van 50 jaar die nog nooit een laptop heeft gebruikt.

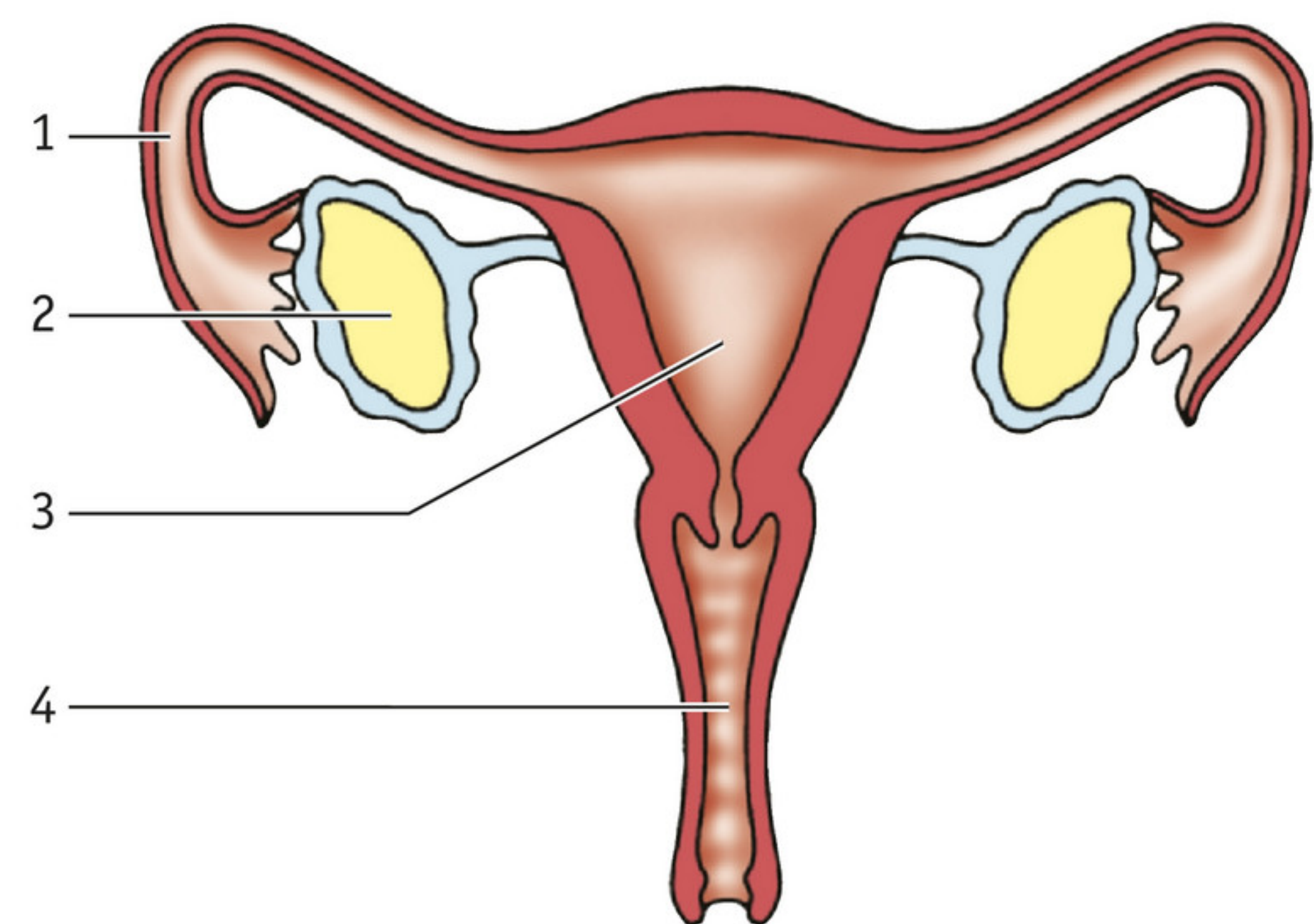
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 61 is het voortplantingsstelsel van een vrouw schematisch getekend. In welk van de genummerde organen komen zaadcellen bij geslachtsgemeenschap het eerst terecht?
- A In orgaan 1.
 - B In orgaan 2.
 - C In orgaan 3.
 - D In orgaan 4.

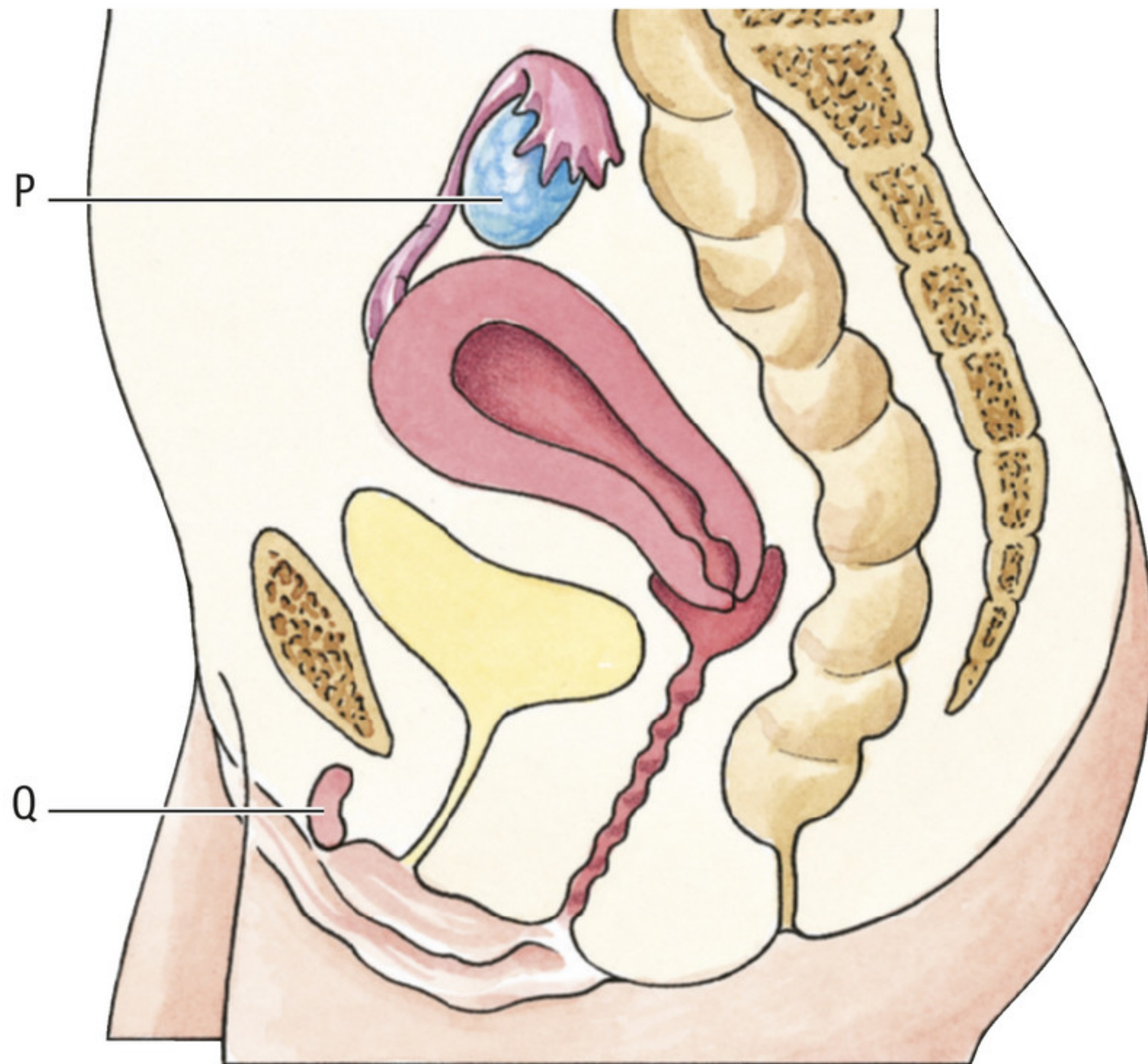
▼ Afb. 61 Vrouwelijk voortplantingsstelsel.



- 2 De baarmoeder en de eierstokken maken deel uit van het voortplantingsstelsel van een vrouw. In welk(e) van deze organen kan bij de (bevruchte) eicel gewone celdeling optreden? En in welk(e) van deze organen reductiedeling?
- | | <i>Gewone celdeling</i> | <i>Reductiedeling</i> |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| A | alleen in de baarmoeder | alleen in de eierstokken |
| B | alleen in de baarmoeder | in de baarmoeder en in de eierstokken |
| C | in de baarmoeder en in de eierstokken | alleen in de eierstokken |
| D | in de baarmoeder en in de eierstokken | in de baarmoeder en in de eierstokken |

De volgende gegevens behoren bij vraag 3 en 4.
In afbeelding 62 is het voortplantingsstelsel van een vrouw schematisch getekend.

▼ **Afb. 62** Voortplantingsstelsel van een vrouw.



- 3 Hoe noemen we onderdeel P?
A Baarmoeder.
B Clitoris.
C Eierstok.
- 4 Twee leerlingen doen een uitspraak over de functie van deel Q.
 Bridget zegt dat deel Q vaginaal vocht produceert.
 Raoul zegt dat deel Q prikkels opvangt die kunnen leiden tot een orgasme.
 Wie heeft (hebben) gelijk?
A Alleen Bridget heeft gelijk.
B Alleen Raoul heeft gelijk.
C Bridget en Raoul hebben allebei gelijk.
- 5 Bij vrouwen boven de 35 jaar die zwanger worden, is de kans groter op erfelijke afwijkingen van de foetus. Daarom worden er bij hen meer tests uitgevoerd dan bij jonge zwangere vrouwen.
 Wat kan een oorzaak zijn van de grotere kans op afwijkingen?
A De man van zo'n oudere vrouw is vaak ook ouder.
B Eicellen van een vrouw liggen al klaar vanaf de geboorte.
C Het lichaam van de vrouw is ouder en maakt daarom meer fouten.
D Oudere vrouwen hebben vaak een minder goede conditie.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

Bij de mens is de bouw van een eicel anders dan de bouw van een zaadcel. Dit verschil in bouw hangt samen met het verschil in functie van beide typen geslachtscellen.

- 1 Welk type geslachtscellen bevat veel reservevoedsel? Leg uit wat de functie hiervan is.
- 2 Welk type geslachtscellen kan zelf bewegen? Leg uit wat de functie hiervan is.
- 3 Van welk type geslachtscellen worden er het meest geproduceerd?

DOELSTELLING 4

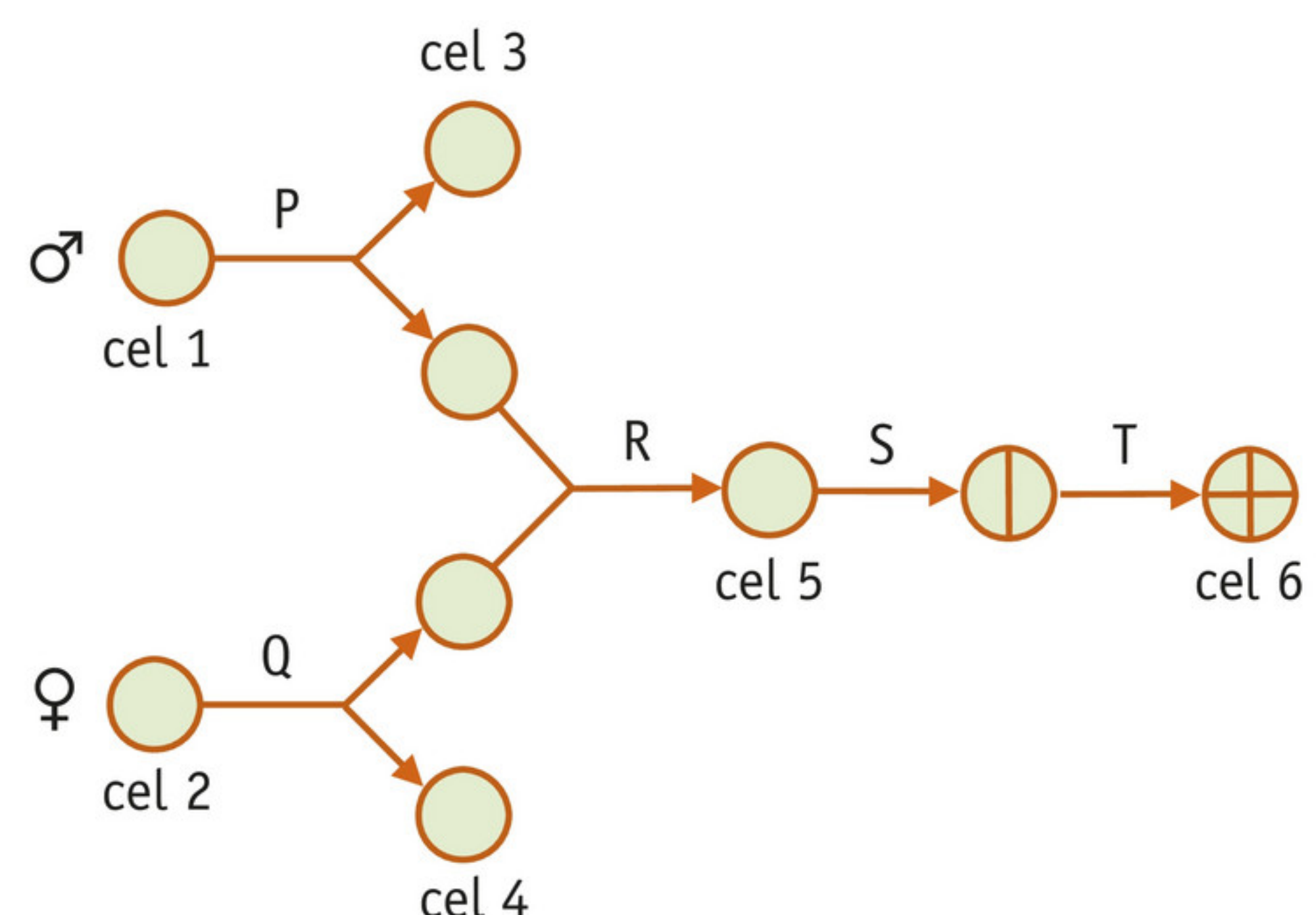
BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 63 is het voortplantingsproces van de mens schematisch weergegeven. De cirkels of delen van de cirkels stellen cellen voor. Bij de mens bevatten lichaamscellen 46 chromosomen.

- 1 Hoeveel chromosomen bevat cel 1?
- 2 Hoeveel chromosomen bevat cel 3?
- 3 Welke pijl stelt of welke pijlen stellen reductiedeling voor?
- 4 Welke cel stelt een bevruchte eicel voor?
- 5 Is de deling van een bevruchte eicel een gewone celdeling of een reductiedeling?
- 6 Cel 6 in de afbeelding is in vier delen verdeeld. Hoeveel chromosomen bevat één deel van cel 6?

▼ **Afb. 63** Voortplantingsproces van de mens.



De kern van een bepaalde cel van een wasbeer (zie afbeelding 64) bevat 19 chromosomen.

- 7 Is deze cel een geslachtscel of een lichaamscel? Leg je antwoord uit.
- 8 Is deze cel ontstaan door gewone celdeling of reductiedeling?

▼ Afb. 64 Wasbeer.



DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Primaire geslachtskenmerken ontstaan in de puberteit.
- 2 In afbeelding 65 is een primair geslachtskenmerk van een meisje te zien.

▼ Afb. 65



- 3 Secundaire geslachtskenmerken bij meisjes ontstaan onder invloed van oestrogenen.
- 4 Een voorbeeld van een secundair geslachtskenmerk bij een meisje is het maagdevlies.
- 5 In afbeelding 66 is een secundair geslachtskenmerk van een man te zien.

▼ Afb. 66



De context 'Eierstokprobleem helpt sporter' in afbeelding 67 gaat over het polycysteus-ovariumsyndroom (PCOS). Bij atleten die aan de Olympische Spelen meedoen, komt een veel hoger percentage vrouwen voor met PCOS.

- 6 Een verklaring hiervoor kan zijn dat deze vrouwelijke atleten onder invloed van testosteron een meer gespierde lichaamsbouw ontwikkelen dan gemiddelde vrouwen.

▼ Afb. 67

Eierstokprobleem helpt sporter

Bij vrouwelijke atleten die meedoen aan de Olympische Spelen komt een veel hoger percentage voor met het polycysteus-ovariumsyndroom (PCOS). Dat ontdekten onderzoekers van het Karolinska Instituut in Zweden. Vrouwen met PCOS hebben een afwijking aan hun eierstokken. Hierdoor hebben zij geen of een onregelmatige menstruatie. Vrouwen met PCOS hebben meer testosteron in hun bloed dan gemiddeld. Vooral bij krachtsporten zijn er veel vrouwen met PCOS. Het percentage is lager bij sporten waarvoor vooral techniek nodig is.



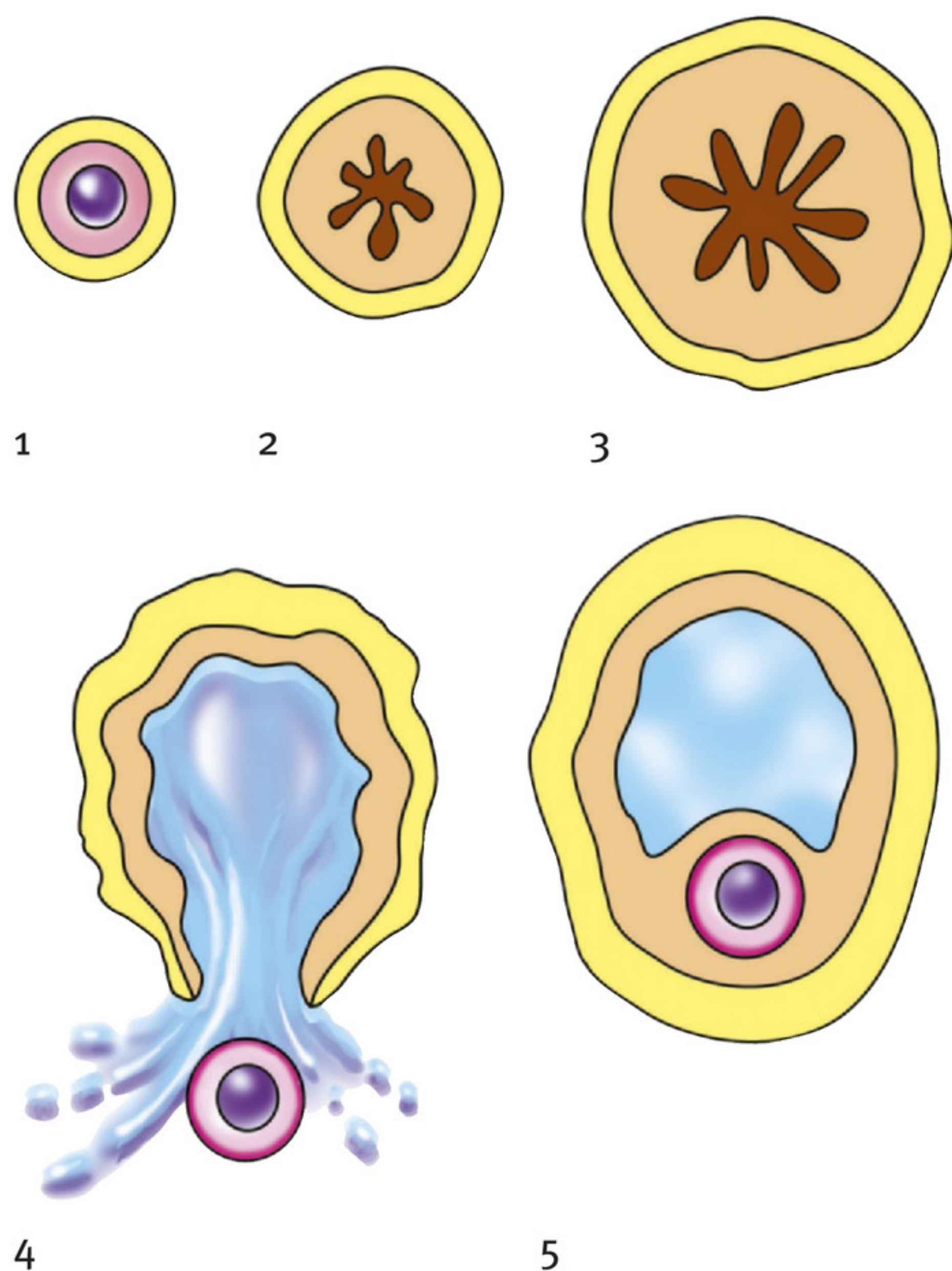
DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Drie delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw zijn:
 - 1 de bovenste laag van het baarmoederslijmvlies;
 - 2 een eikel die niet is bevrucht;
 - 3 het gele lichaam.
 Welk(e) van deze delen verlaat (verlaten) het lichaam van een vrouw tijdens de menstruatie?
 - A Alleen deel 1.
 - B Alleen deel 2.
 - C Alleen deel 3.
 - D Alleen de delen 1 en 2.
 - E Alleen de delen 1 en 3.
- 2 In afbeelding 68 zijn vijf fasen van een rijpende follikel en de verdere ontwikkeling getekend. In welke volgorde komen deze fasen voor in een eierstok?
 - A 1 – 2 – 3 – 5 – 4.
 - B 1 – 3 – 2 – 5 – 4.
 - C 1 – 4 – 5 – 2 – 3.
 - D 1 – 5 – 4 – 3 – 2.

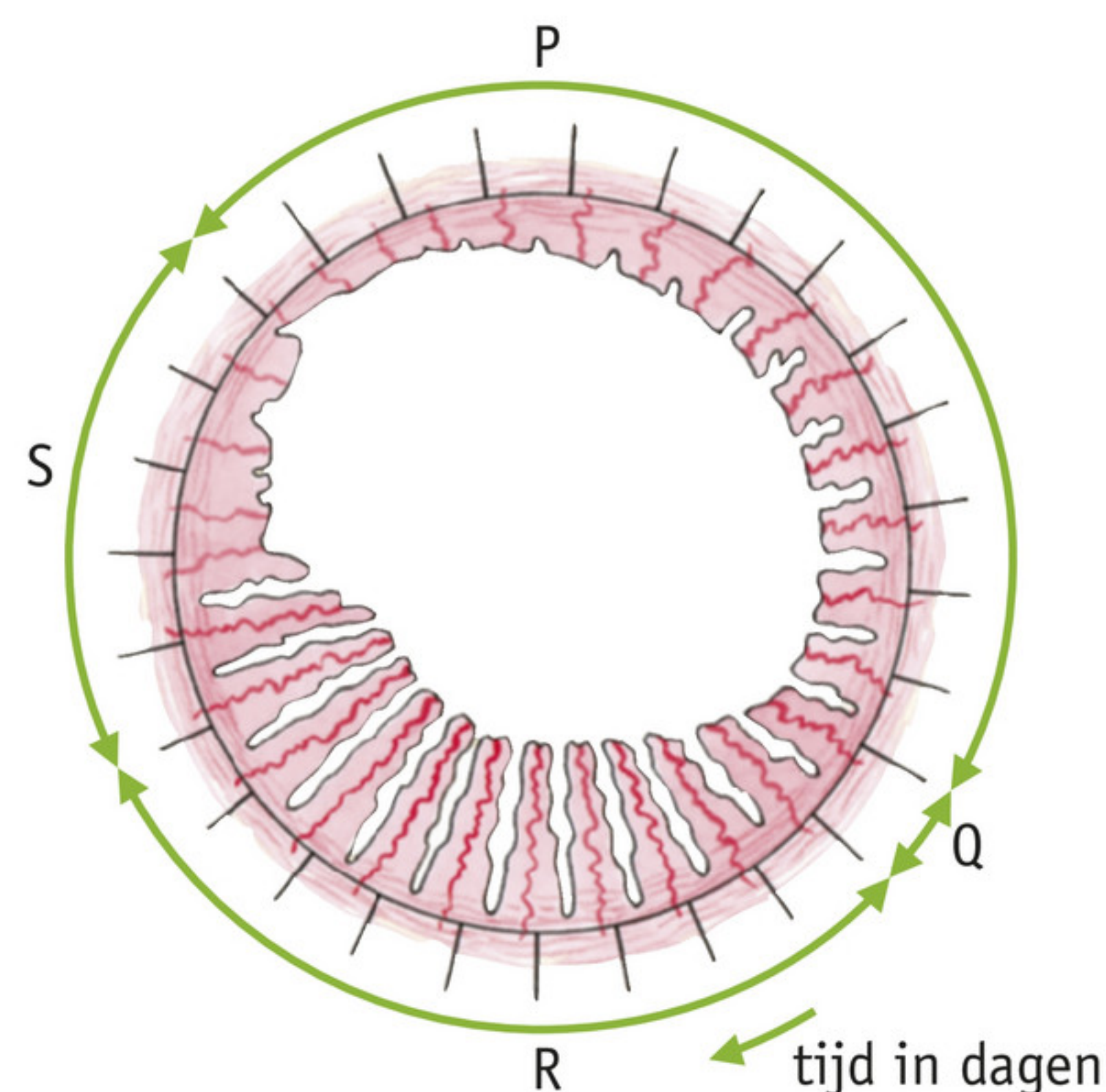
▼ **Afb. 68** Fasen rijpende follikels en de verdere ontwikkeling.



- 3 Bij een vrouw van 30 jaar wordt de menstruatiecyclus steeds onregelmatiger. Soms duurt het wel drie maanden voor ze weer ongesteld is. Kan de verstoring van de menstruatiecyclus een gevolg zijn van een afwijkende werking van de eierstokken? En een gevolg van een afwijkende werking van de hypofyse?
 - A Alleen van een afwijkende werking van de eierstokken.
 - B Alleen van een afwijkende werking van de hypofyse.
 - C Van geen van beide.
 - D Zowel van een afwijkende werking van de eierstokken als van een afwijkende werking van de hypofyse.
- 4 In afbeelding 69 is een menstruatiecyclus weergegeven die 28 dagen duurt. De letters P, Q, R en S geven bepaalde perioden in deze cyclus aan. In het binnenste deel van de afbeelding is schematisch de verandering van het baarmoederslijmvlies getekend. In de eierstokken worden vrouwelijke geslachtshormonen geproduceerd. Dit gebeurt door de rijpende follikels en door het gele lichaam. In welke periode produceren cellen van rijpende follikels geslachtshormonen? En in welke periode produceert het gele lichaam geslachtshormonen?

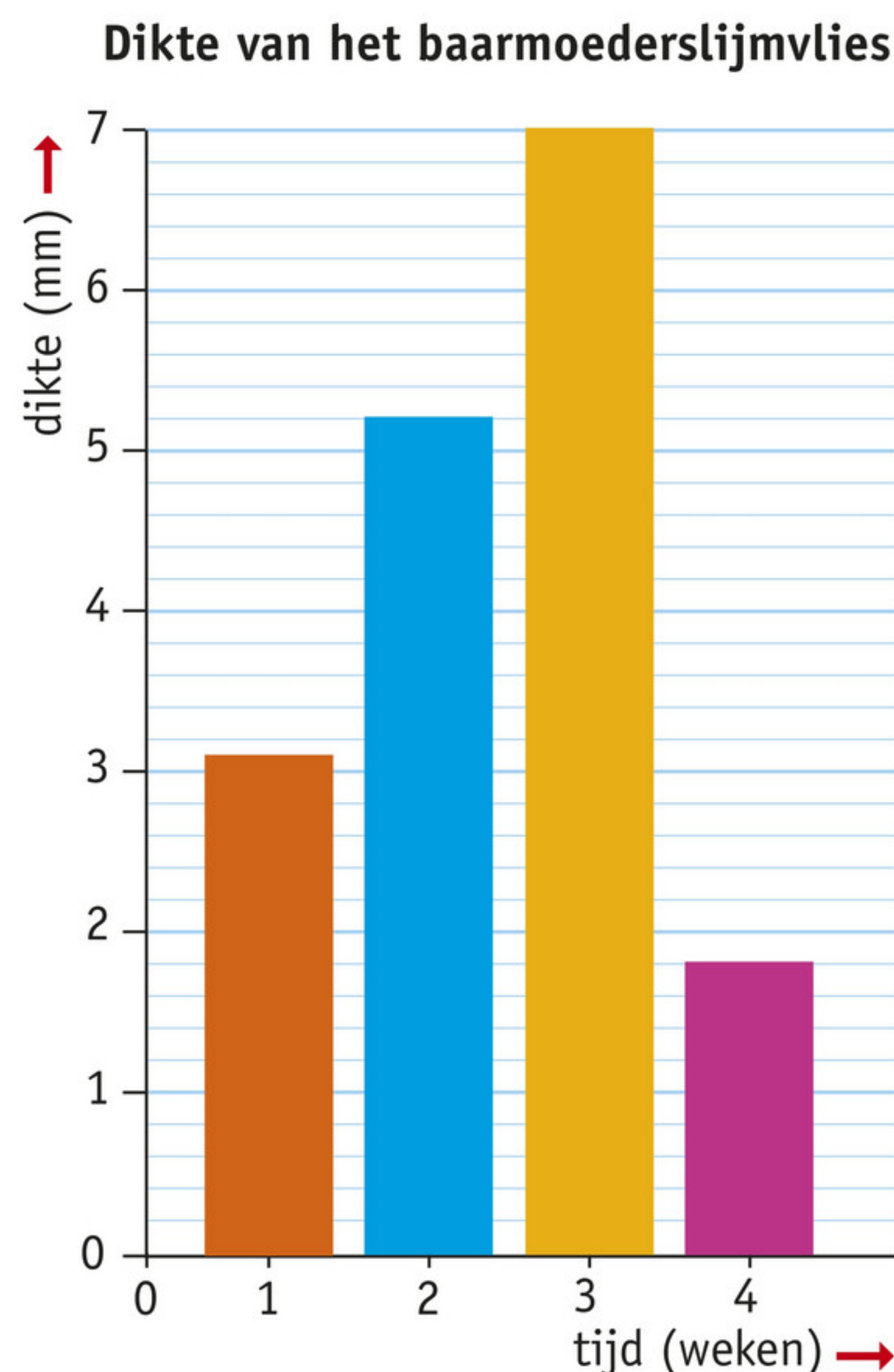
	<i>Rijpende follikels</i>	<i>Gele lichaam</i>
A	in periode P	in periode R
B	in periode P	in periode S
C	in periode R	in periode P
D	in periode R	in periode S

▼ **Afb. 69** Menstruatiecyclus.



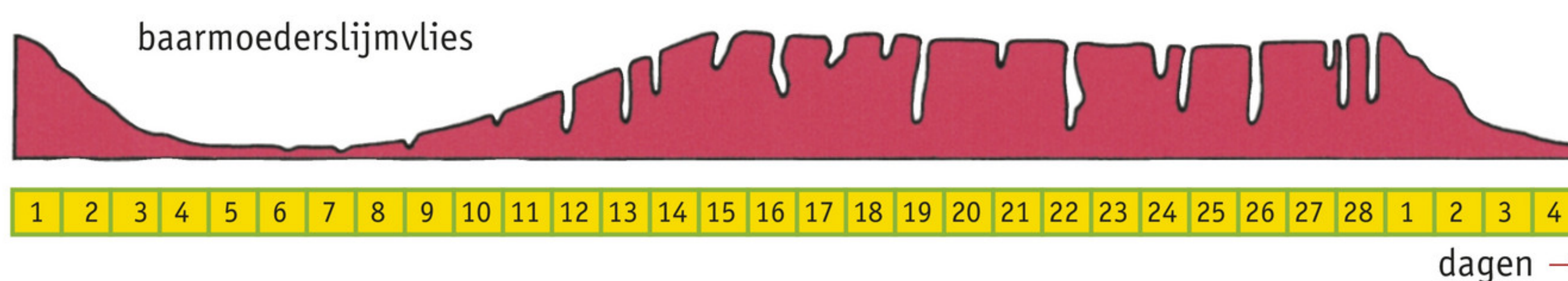
- 5 Van een vrouw wordt achtereenvolgens vier keer de dikte van haar baarmoederslijmvlies gemeten met tussenpozen van een week. In afbeelding 70 zie je de dikte van haar baarmoederslijmvlies weergegeven in een staafdiagram. Tussen welk van de gemeten tijdstippen ontstaat het gele lichaam?
- A Tussen tijdstip 1 en 2.
B Tussen tijdstip 2 en 3.
C Tussen tijdstip 3 en 4.

▼ **Afb. 70** Meting van de dikte van het baarmoedervlies.



- 6 Tijdens een menstruatiecyclus wordt het baarmoederslijmvlies afgebroken en weer opgebouwd. In afbeelding 71 zijn deze afbraak en opbouw weergegeven gedurende een periode van enkele weken. Waarvoor dient de opbouw van het baarmoederslijmvlies?
- A Om bevruchting mogelijk te maken.
B Om innesteling mogelijk te maken.
C Om menstruatie mogelijk te maken.

▼ **Afb. 71** Afbraak en opbouw van het baarmoedervlies.



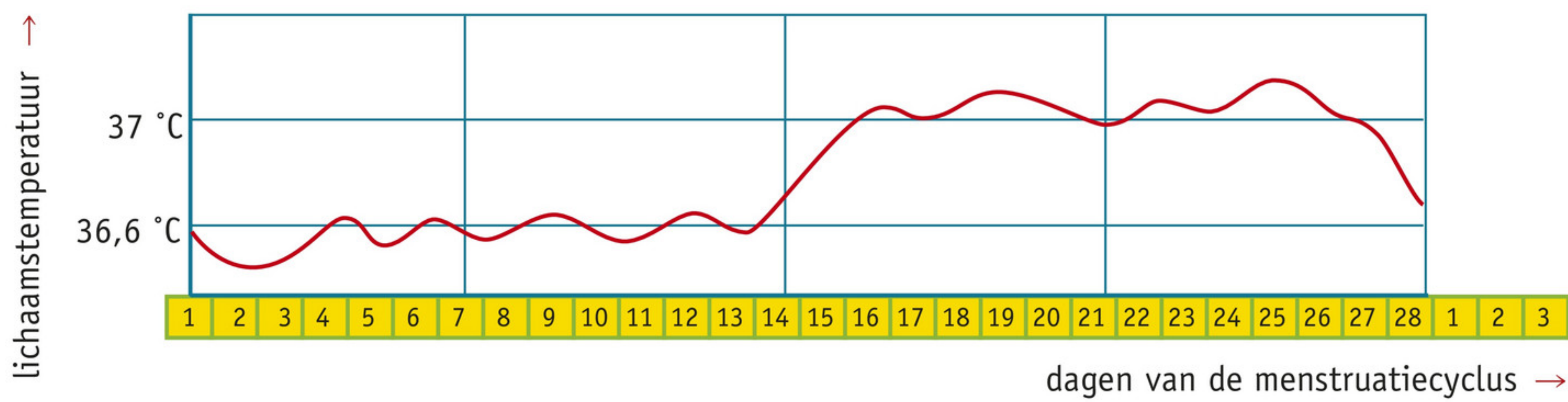
DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

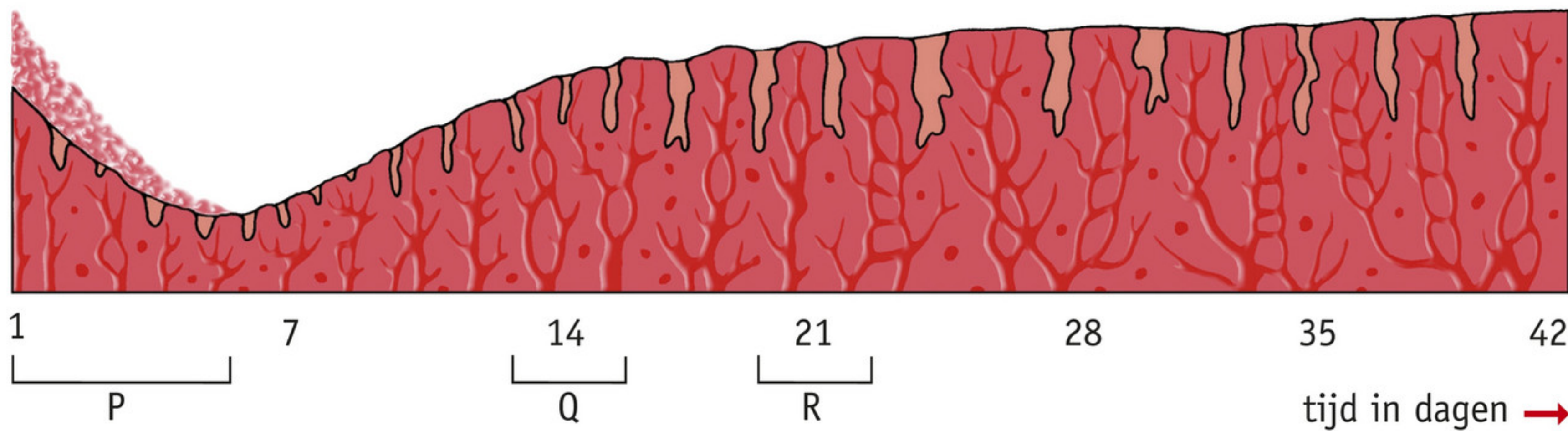
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 72 is de lichaamstemperatuur van een vrouw tijdens een menstruatiecyclus weergegeven. Het meten van de lichaamstemperatuur is een methode om het moment van de ovulatie te bepalen. De vrouw moet dan elke morgen op hetzelfde tijdstip, voor het uit bed stappen, haar lichaamstemperatuur opnemen. Direct na de ovulatie stijgt de lichaamstemperatuur meer dan op enige andere dag van de cyclus. Na enige tijd daalt de lichaamstemperatuur weer. In welke periode was deze vrouw vruchtbaar?
- A Omstreeks de 1e dag.
B Omstreeks de 14e dag.
C Omstreeks de 28e dag.
- 2 Demi had altijd een regelmatige menstruatiecyclus van 28 dagen, maar haar menstruatie is dit keer niet opgetreden op de dag waarop zij die had verwacht. Ze vermoedt dat ze zwanger is en doet daarom met urine een zwangerschapstest. Ze blijkt inderdaad zwanger te zijn. Twee processen die in het lichaam van een vrouw kunnen optreden zijn:
- 1 de eerste delingen van de bevruchte eicel;
 - 2 het afsterven van het gele lichaam.
- Welk(e) van deze processen heeft (hebben) in Demi's lichaam plaatsgevonden, sinds de start van de laatste cyclus?
- A Alleen proces 1.
B Alleen proces 2.
C De processen 1 en 2.
- 3 In afbeelding 73 zijn de veranderingen in het baarmoederslijmvlies van een zwangere vrouw gedurende een periode van zes weken schematisch weergegeven. In welke periode heeft innesteling plaatsgevonden?
- A In periode P.
B In periode Q.
C In periode R.

▼ **Afb. 72** Lichaamstemperatuur tijdens een menstruatiecyclus.



▼ **Afb. 73** Veranderingen in het baarmoedervlies tijdens de zwangerschap.



DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Al vroeg in de ontwikkeling van een embryo van de mens wordt het hart gevormd.

Hierna staan twee beweringen over dit hart:

- 1 Door dit hart stroomt bloed dat afkomstig is van het embryo en bloed dat afkomstig is van de moeder.
- 2 Het hart pompt bloed door het embryo en door een deel van de placenta.

Welke van deze beweringen is (zijn) juist?

- A Alleen bewering 1.
- B Alleen bewering 2.
- C Beide beweringen.
- D Geen van beide beweringen.

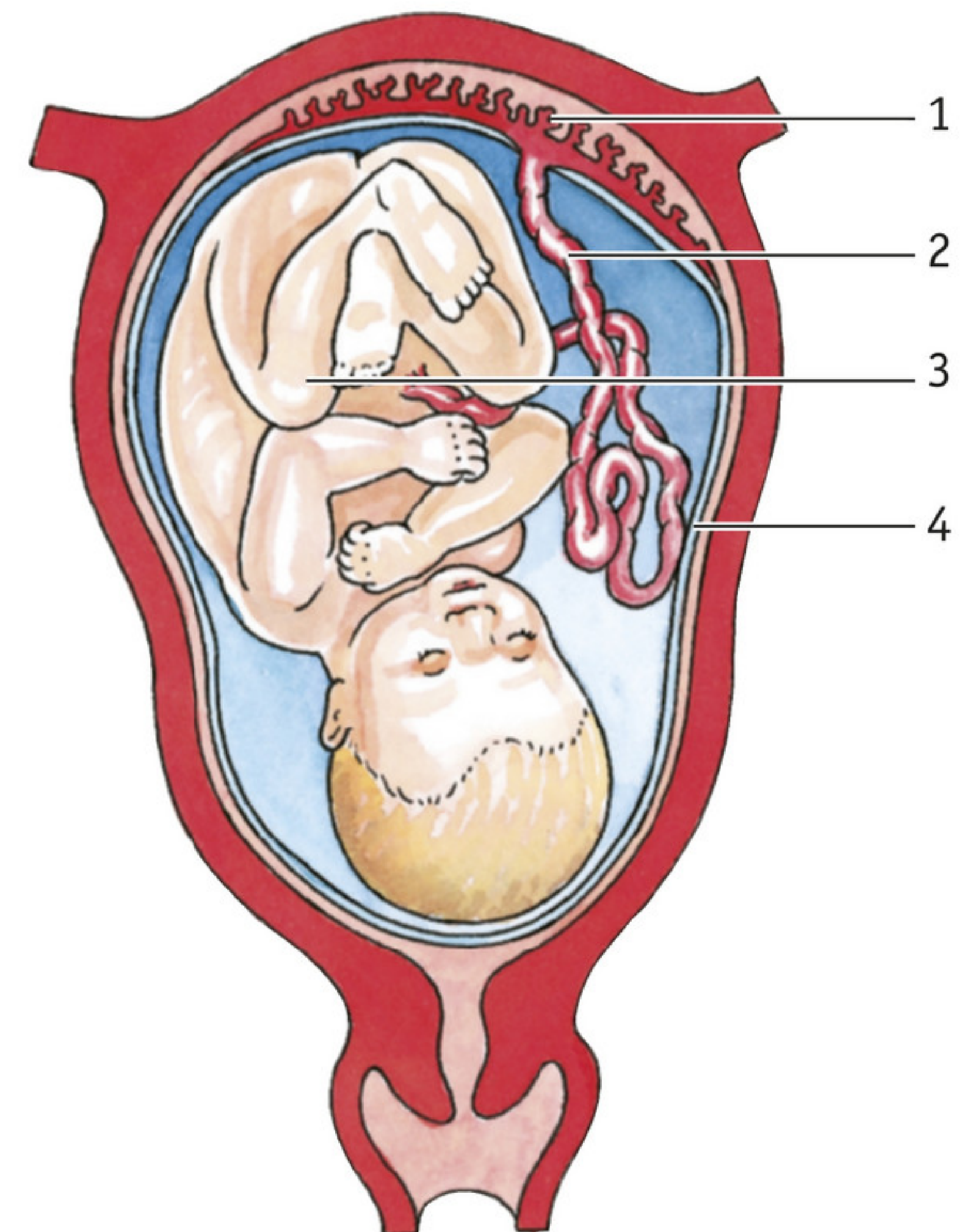
In afbeelding 74 is een baarmoeder met foetus schematisch getekend.

- 2 Een zwangere vrouw neemt een geneesmiddel in. Dit geneesmiddel komt via haar bloed in de foetus terecht.

Op welke plaats komt het geneesmiddel van het bloed van de moeder in het bloed van het embryo terecht?

- A Op plaats 1.
- B Op plaats 2.
- C Op plaats 3.
- D Op plaats 4.

► **Afb. 74** Baarmoeder met foetus.



- 3 Hierna staan drie beweringen over de functie van vruchtwater voor het embryo:
- 1 Door het vruchtwater wordt het embryo beschermd tegen schokken.
 - 2 Uit het vruchtwater neemt het embryo de benodigde zuurstof op.
 - 3 In het vruchtwater kan het embryo zich bewegen.
- Welke van deze beweringen is (zijn) juist?
- A Functie 1.
 - B Functie 2.
 - C Functie 3.
 - D Functie 1 en 2.
 - E Functie 1 en 3.
 - F Functie 2 en 3.

In afbeelding 75 is een deel van de placenta met een deel van de navelstreng schematisch getekend.

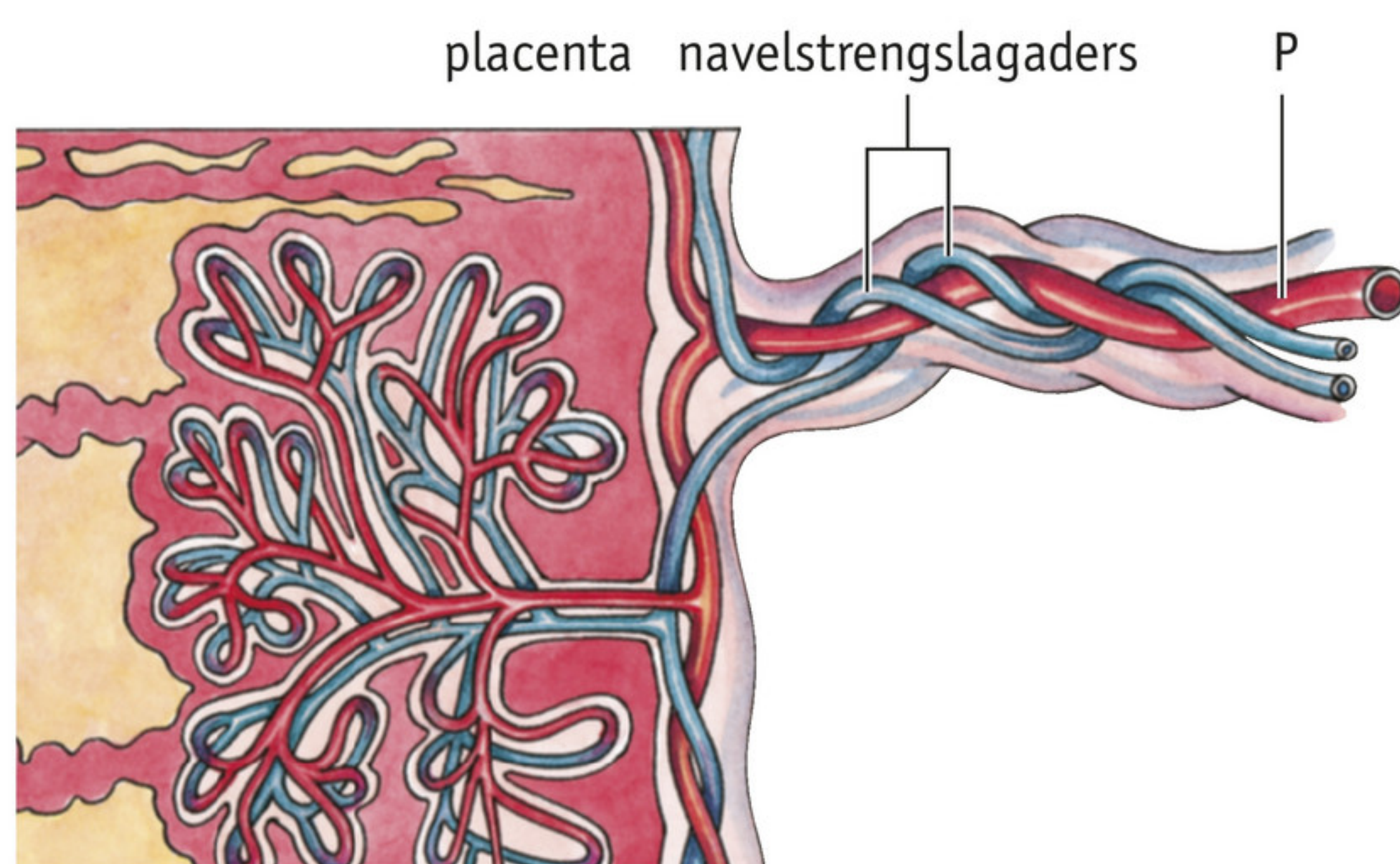
- 4 Is het bloed op plaats P zuurstofrijk of zuurstofarm? En bevat het bloed op plaats P veel of weinig afvalstoffen?

Het bloed op plaats P is

Het bloed op plaats P bevat

- | | |
|-----------------|----------------------|
| A zuurstofarm. | veel afvalstoffen. |
| B zuurstofarm. | weinig afvalstoffen. |
| C zuurstofrijk. | veel afvalstoffen. |
| D zuurstofrijk. | weinig afvalstoffen. |

▼ Afb. 75 Placenta met navelstreng.



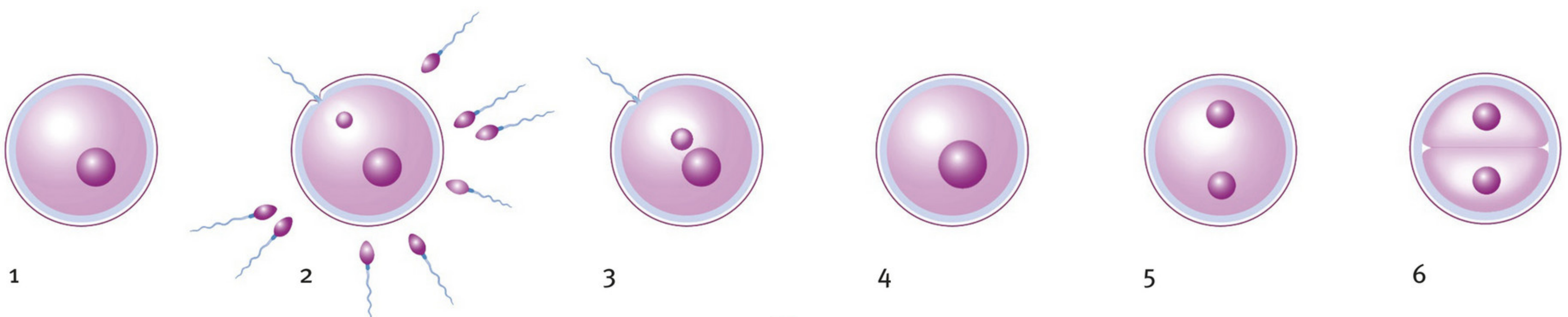
- 5 In welke richting stroomt het bloed door de navelstrengslagaders?
- A In beide navelstrengslagaders stroomt het bloed naar het embryo toe.
- B In beide navelstrengslagaders stroomt het bloed van het embryo weg.
- C In de ene navelstrengslagader stroomt het bloed naar het embryo toe, in de andere van het embryo weg.

DOELSTELLING 9 BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Het komt wel eens voor dat cellen, zoals die in stadium 6 van afbeelding 76, van elkaar losraken. Hierdoor kan een tweeling ontstaan. Is deze tweeling eeneiig of twee-eiig?

▼ Afb. 76 Eeneiige of twee-eiige tweeling?



In afbeelding 77 is het ontstaan van twee tweelingen schematisch weergegeven.

- 2 Uit welke cellen ontstaat een twee-eiige tweeling?
- 3 Zijn kind A en kind B ontstaan uit één of uit twee eicellen? En uit één of uit twee zaadcellen?

DOELSTELLING 10 BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Enkele weken voor de bevalling zakt het hoofdje van de foetus in het bekken. Hoe heet dit proces?
- 2 De geboorte van een kind begint met samentrekkingen van de spieren in de baarmoederwand. Hoe heten deze samentrekkingen?
- 3 Emily is geboren! De vader van Emily mag bij de bevalling de navelstreng doorknippen. Het is belangrijk dat daarvoor eerst de navelstreng wordt afgeklemd. Op welke plaats moet de vader van Emily de navelstreng doorknippen: aan de kant van de baby voor de klem of aan de kant van de moeder voor de klem?
- 4 In afbeelding 78 is een fase van de geboorte te zien. Welke fase is dit?

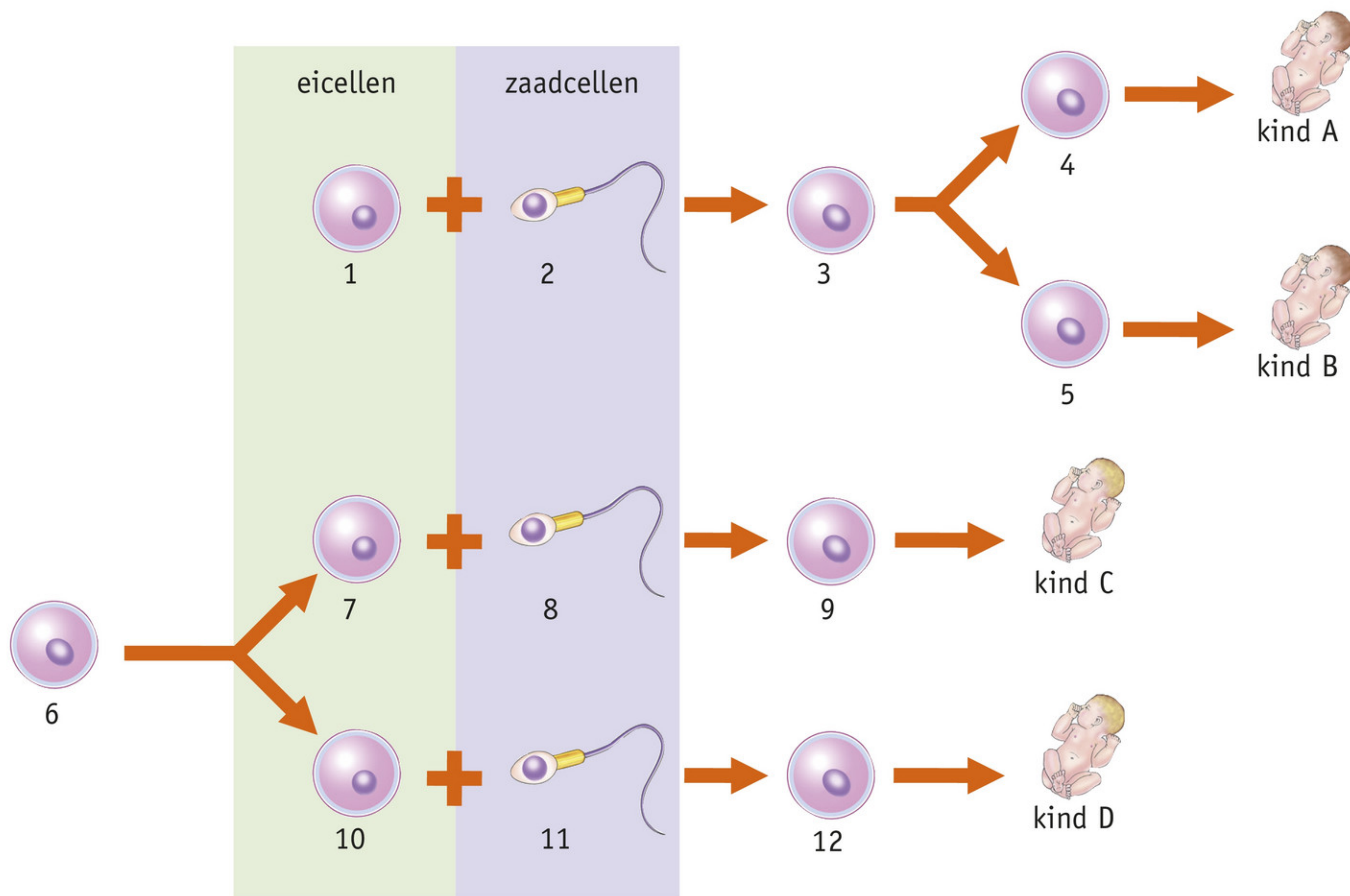
DOELSTELLING 11 BASISSTOF 6

De acht levensfasen van de mens zijn: baby, peuter, kleuter, schoolkind, puber, adolescent, volwassene en bejaarde.

Zet kruisjes in de juiste kolom.

- 1 Fer is zijn drinkbeker aan het vullen. Sinds een paar weken kan Fer dit zelf. De boterhammen zitten al in zijn tas. Klaar om te gaan! Wat is de eerste levensfase waarin Fer dit kan?
- 2 Roos viert vandaag haar derde verjaardag. Hoe noemen we de levensfase waarin Roos zit?
- 3 In welke levensfase zit de moeder van Roos?
- 4 Fati gaat studeren in Amsterdam. Dat is ver van huis, dus gaat zij op kamers wonen. In welke levensfase zit Fati?

▼ **Afb. 77** Ontstaan van tweelingen.



▼ **Afb. 78** Welke fase van de geboorte zie je?



DOELSTELLING 12

BASISSTOF 7

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Je kunt aids krijgen door tijdens een schoolfeestje uit het glas van een ander te drinken.
- 2 Een zweertje aan de geslachtsorganen (zie afbeelding 79) is een verschijnsel van gonorroe.

In 2011 raakten 480 personen besmet met syfillis. In 2012 waren dit er 550.

- 3 Het aantal besmettingen is gestegen met meer dan 10%.

▼ **Afb. 79** Van welke soa is dit een kenmerk?



De ziekte van Pfeiffer wordt, net als aids, veroorzaakt door een virus.

- 4 De ziekte van Pfeiffer is daarom ook een soa.
- 5 Bij een aidspatiënt is het afweersysteem tegen ziekteverwekkers aangetast.
- 6 Zolang een seropositieve persoon geen ziekteverschijnselen vertoont, kan deze persoon niemand met hiv besmetten.

De klachten van verschillende soa's kunnen veel op elkaar lijken.

- 7 De arts kan met behulp van een soa-test onderzoeken om welke soa het gaat.

De volgende informatie komt uit een folder over soa's.

Hoe herken je deze soa?

Mannen kunnen last hebben van afscheiding uit de urinebuis. Plassen kan pijn doen. Vrouwen merken vaak niets. Soms is er iets meer afscheiding dan normaal. Deze soa is eenvoudig te genezen, als je er op tijd bij bent. Zonder behandeling kan deze soa leiden tot bijbalontsteking of eileiderontsteking.

- 8 Deze informatie kan zowel over chlamydia als over gonorroe gaan.

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Coïtus interruptus en periodieke onthouding hebben als voordeel dat er geen anticonceptiemiddelen hoeven te worden gebruikt. Beide methoden zijn echter erg onbetrouwbaar. Twee leerlingen doen hierover een uitspraak.
Birgitta zegt dat coïtus interruptus onbetrouwbaar is, omdat het moment van ovulatie niet precies is vast te stellen.
Nurdan zegt dat periodieke onthouding onbetrouwbaar is, omdat voorvocht zwangerschap kan veroorzaken.
Wie heeft (hebben) gelijk?
- A Alleen Birgitta heeft gelijk.
 - B Alleen Nurdan heeft gelijk.
 - C Birgitta en Nurdan hebben allebei gelijk.
 - D Birgitta en Nurdan hebben geen van beiden gelijk.

▼ Afb. 80

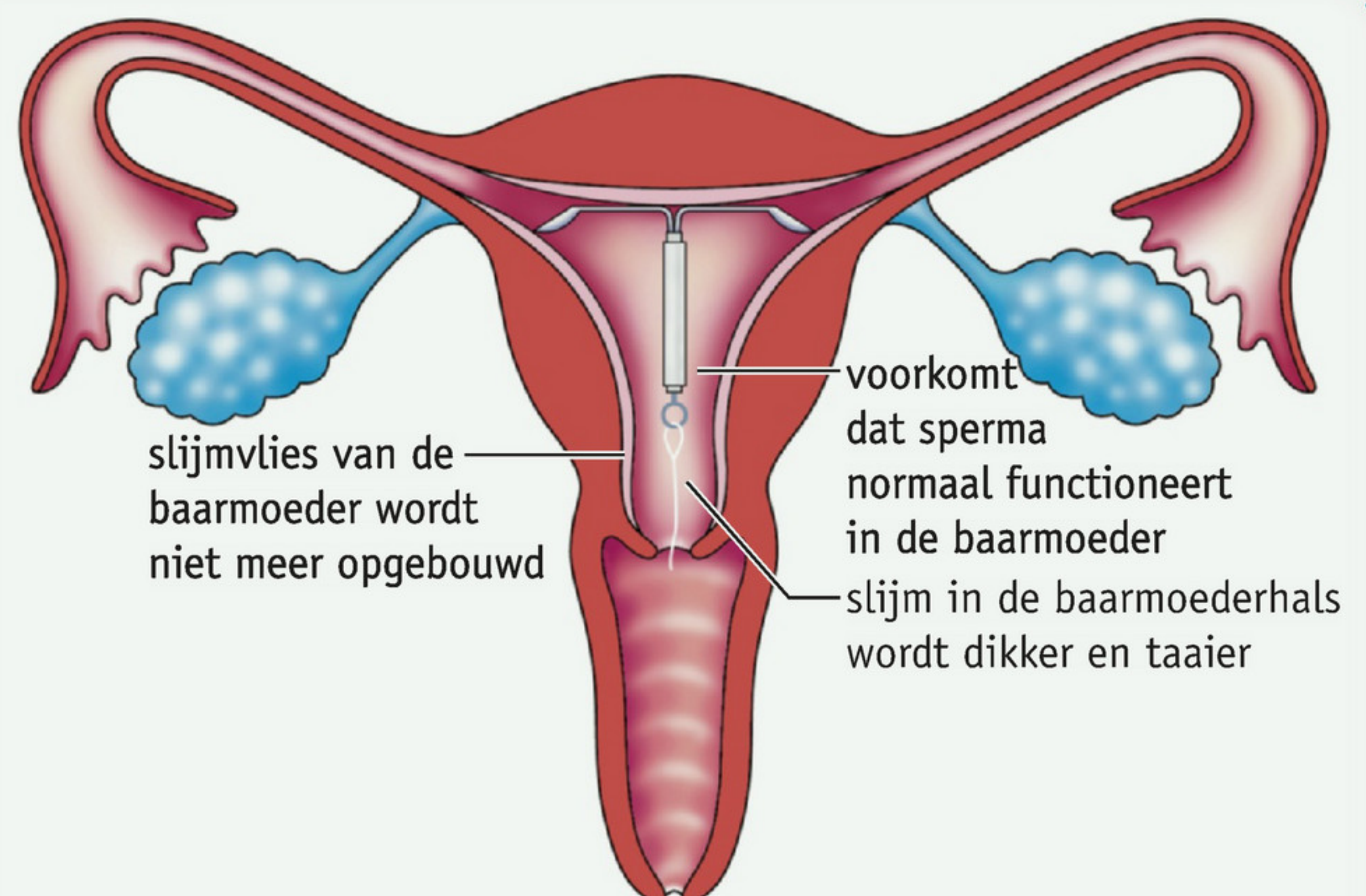
Hoe werkt een Mirena?

Mirena is een spiraaltje dat het hormoon levonorgestrel afgeeft. Door de lokale werking van Mirena zijn er weinig bijwerkingen. Het levonorgestrel wordt rechtstreeks in de baarmoeder afgegeven, waardoor er minder van de werkzame stof nodig is in vergelijking met de pil. De hoeveelheid werkzame stof die in het bloed en dus in de rest van het lichaam komt, is bij Mirena zelfs 60 tot 100 maal minder dan bij de anticonceptiepil. Daarom wordt de normale cyclus bij gebruik van Mirena niet verstoord. Een andere eigenschap van Mirena in vergelijking met de pil is dat je er niet elke dag aan hoeft te denken.

- 2 Drie voorbehoedmiddelen zijn de pil, het condoom en de NuvaRing.
Bij welk(e) van deze voorbehoedmiddelen berust de werking op het voorkomen van ovulaties?
- A Alleen bij de pil.
 - B Alleen bij de pil en de NuvaRing.
 - C Alleen bij de pil en het condoom.
 - D Bij de pil, het condoom en de NuvaRing.

De context 'Hoe werkt een Mirena?' hoort bij vraag 3 en 4.

- 3 In de context is een bepaald merk voorbehoedmiddel weergegeven.
Om welk type voorbehoedmiddel gaat het?
- A Hormoonspiraaltje.
 - B Koperspiraaltje.
 - C Sterilisatie.
- 4 In de context wordt de stof levonorgestrel genoemd. Waarmee is deze stof te vergelijken?
- A Hormonen die een ovulatie voorkomen.
 - B Hormonen die het baarmoederslijmvlies dikker maken.
 - C Hormonen die normaal door het gele lichaam worden geproduceerd.
 - D Hormonen die zorgen dat de follikels gaan rijpen.



- 5 Een vrouw heeft zich laten steriliseren. Vinden bij deze vrouw nog menstruaties plaats? En ovulaties?
- A Bij deze vrouw vinden alleen nog menstruaties plaats, maar geen ovulaties.
 - B Bij deze vrouw vinden alleen nog ovulaties plaats, maar geen menstruaties.
 - C Bij deze vrouw vinden geen menstruaties en geen ovulaties plaats.
 - D Bij deze vrouw vinden zowel menstruaties als ovulaties plaats.

DOELSTELLING 14

BASISSTOF 8

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Hormonen in de morning-afterpil voorkomen innesteling.
- 2 Als een zwangere vrouw te laat is voor een abortuspil, kan ze alsnog naar de dokter voor de morning-afterpil.
- 3 Een vrouw kan op elk moment tijdens de zwangerschap een abortus ondergaan.

DOELSTELLING 15

BASISSTOF 9

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 81 zie je een reclame over horloges. Mesut zegt over de reclame: 'De fabrikant gebruikt een foto met een beroemde, knappe man, zodat mannen dit horloge eerder kopen. De mannen willen net zo knap en succesvol zijn als de man van de foto.' Sebastiaan zegt over deze reclame: 'De fabrikant kan beter een foto van een gewone, onbekende man met het horloge gebruiken. Anders denken ze dat het horloge alleen voor beroemde mensen is.' Isaac zegt: 'Het maakt niet uit of de fabrikant een knappe, beroemde man of een onbekende, gewone man gebruikt. Mensen die de foto zien, kijken alleen naar het horloge.' Wie heeft gelijk?
 - A Mesut.
 - B Sebastiaan.
 - C Isaac.

▼ Afb. 81 Reclame voor een horloge.



- 2 Daphne heeft een vriend, Lars. Ze zien elkaar niet vaak, want ze wonen ongeveer 200 km van elkaar vandaan. Tijdens hun videogesprekken praten ze over wat ze elke dag meemaken, maar soms gaat het er wat spannender aan toe. Lars vraagt of Daphne haar truitje zou willen uittrekken. Daar wordt hij opgewonden van. Daphne twijfelt: moet ze dat wel doen? Haar beste vriendin Naomi zegt dat als ze Lars vertrouwt, ze gewoon haar truitje voor hem kan uitdoen. Is dit advies van Naomi een feit of een mening?
 - A Een feit.
 - B Een mening.
- 3 Is lustbeleving een functie van seksualiteit? En voortplanting?
 - A Geen van beide.
 - B Alleen lustbeleving.
 - C Alleen voortplanting.
 - D Zowel lustbeleving als voortplanting.
- 4 In een bericht op nu.nl staat het volgende fragment: 'De hoofdverdachte is een 54-jarige man. Zijn dochter van 30 jaar ging bijna een jaar geleden naar de politie om aangifte te doen. Zij zegt tussen juni 1987 en juni 1993 stelselmatig door haar vader te zijn misbruikt.' Van welke vorm van seksueel geweld is sprake in dit fragment?
 - A Aanranding.
 - B Grooming.
 - C Incest.
 - D Loverboys.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Kraamverzorgende

Verpleegkundige, kraamverpleegkundige, pedagogisch medewerker kinderopvang en klassenassistent zijn voorbeelden van beroepen die te maken hebben met voortplanting en ontwikkeling van mensen. In deze verrijkingstof maak je kennis met kraamverzorgende Janet.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 90

▼ Afb. 82

Kraamverzorgende

Mijn naam is Janet. Het baby'tje dat ik hier verzorg, is twee dagen oud. Zijn broer kijkt mee, terwijl ik de baby verzorg. Ik ben de eerste dagen na de geboorte verantwoordelijk voor de verzorging, gezondheid en veiligheid van moeder en baby.

Als het een eerste kind is, leer ik de moeder hoe ze met de baby moet omgaan. Ik leer haar de baby een luier om te doen, het kind te wassen, enzovoort.

Als kraamverzorgende moet je goed met verschillende mensen kunnen omgaan en goed kunnen luisteren. Je moet je kunnen inleven in mensen.

Het is een hele organisatie om alles goed te laten verlopen. Deze uitdaging maakt het erg leuk werk.

Mensen vragen me vaak om advies, bijvoorbeeld over borstvoeding. Bij het vorige gezin waar ik werkte, vroeg de moeder of het goed was om borstvoeding te geven. Ze had gelezen over sommige delen van Nederland waar kleine hoeveelheden giftige stof in de moedermelk zijn gevonden. Ik heb haar verteld dat normaal in



moedermelk stoffen voorkomen die het kind beschermen tegen ziekten. Het is dus heel goed voor de baby. De voordelen van moedermelk zijn nog altijd groter dan de risico's voor de gezondheid van het kind. Dat heeft haar wel gerustgesteld. Het geven van borstvoeding vond ze een heel bijzondere ervaring.

2 Het aidsbekerspel

Hiv veroorzaakt aids. Er is nog steeds geen medicijn dat aids kan genezen. Vooral in derdewerldlanden komt hiv veel voor. Maar ook in Nederland zijn er mensen besmet met hiv. In 2010 werd het aantal seropositieve personen geschat op 24 000.

Het zal je maar overkomen: een besmetting met hiv. De enige manier om zeker te zijn dat je niet wordt besmet, is door een condoom te gebruiken. In deze verrijkingstof speel je met je klas het 'aidsbekerspel'. Je krijgt vooraf een rol: jij bent bijvoorbeeld iemand die veilig vrijt of regelmatig onveilige seks heeft.

Tijdens de verwerkingsopdrachten stel je een onderzoeksvraag op en verwerk je de resultaten tot een conclusie.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 91

► **Afb. 83** Wees voorzichtig!



PLUSSTOF

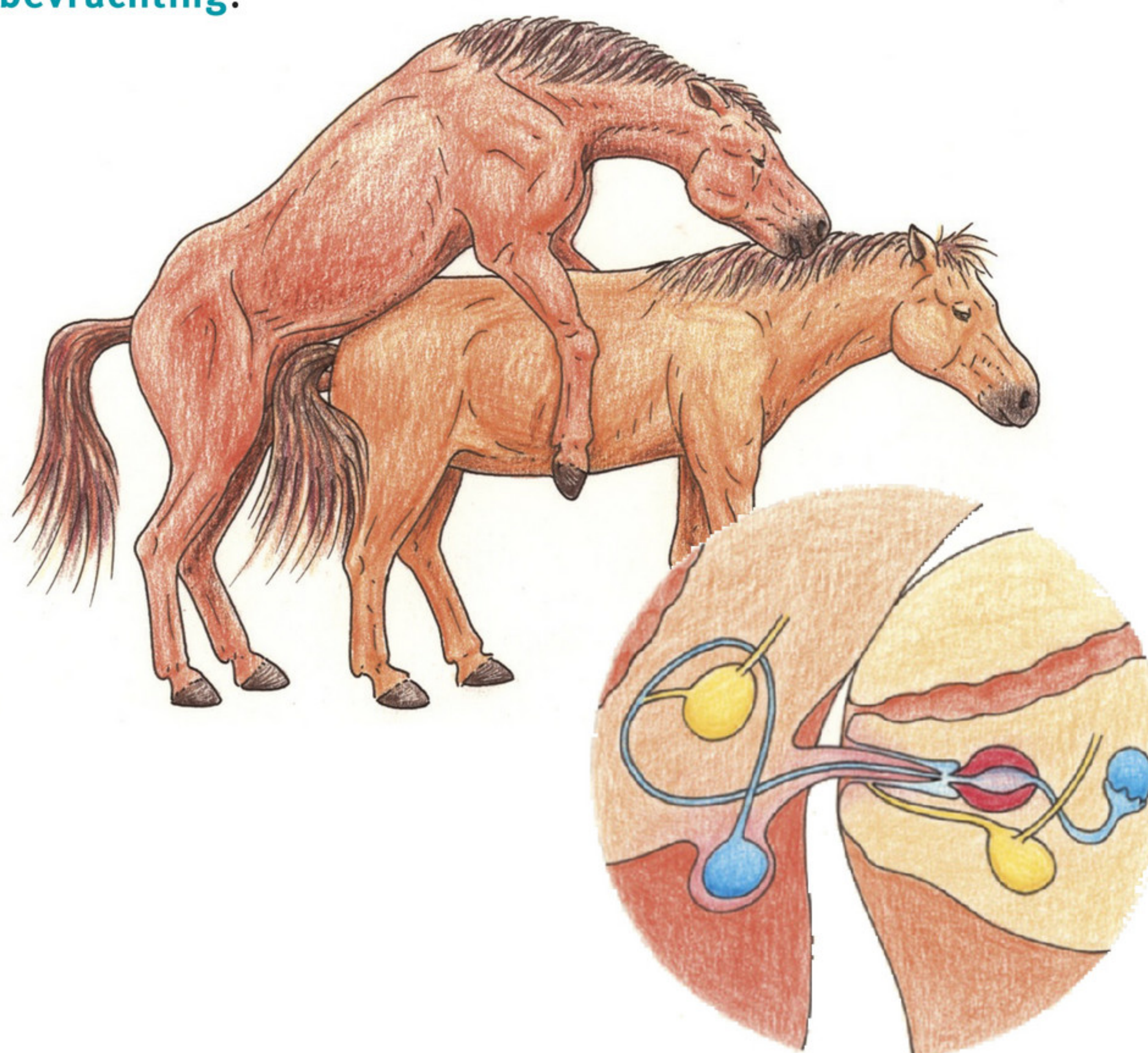
3 Voortplanting bij dieren

In de basisstof is de voortplanting bij de mens behandeld. In deze verrijkingstof leer je meer over de voortplanting bij dieren.

INWENDIGE BEVRUCHTING

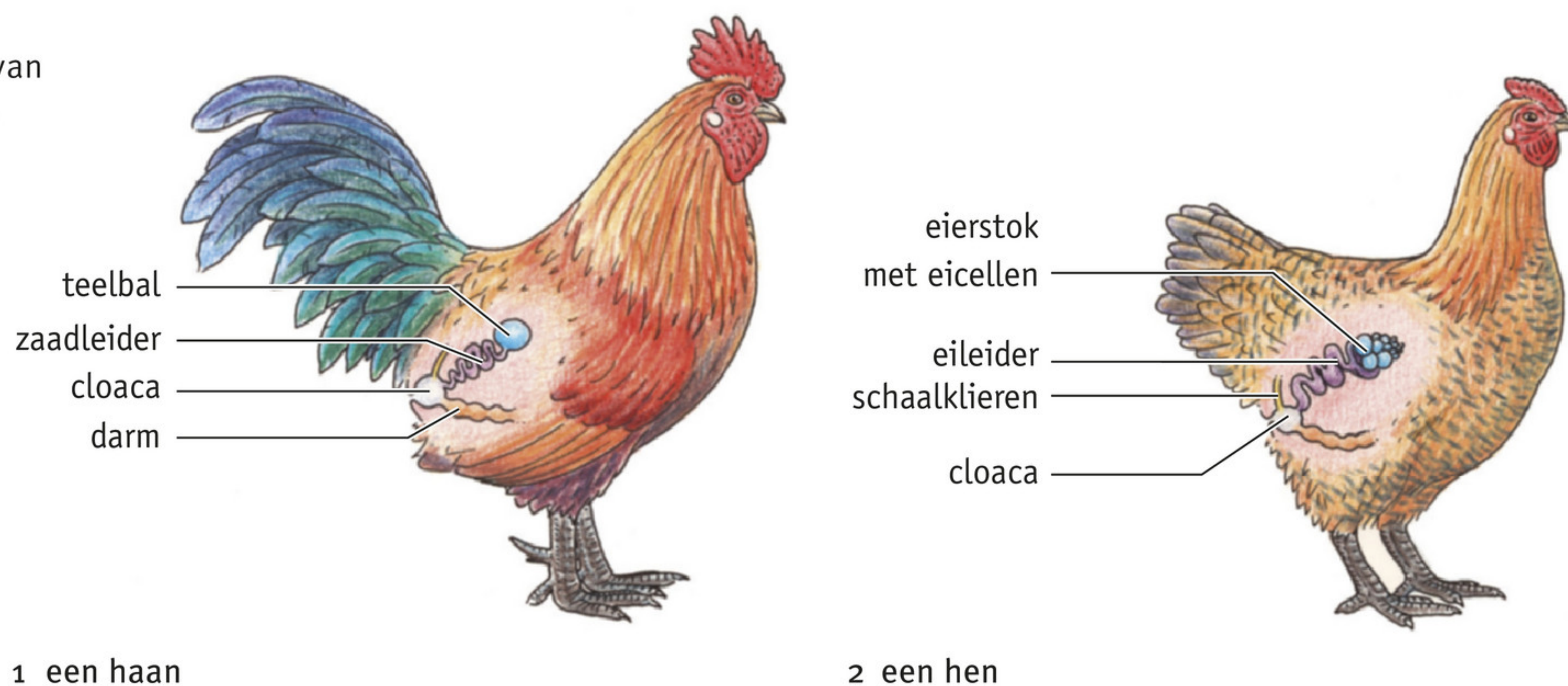
Alle zoogdieren hebben vergelijkbare voortplantingsorganen. Ook de paring is vergelijkbaar. Het mannetje brengt via zijn penis sperma in de vagina van het vrouwtje, zoals bij paarden (zie afbeelding 84). Wanneer de bevruchting in het lichaam van het vrouwtje plaatsvindt, noemen we dat **inwendige bevruchting**.

► **Afb. 84** Parende paarden.



Vogels hebben geen penis of vagina. Zowel mannetjes als vrouwtjes hebben een **cloaca**. In de cloaca komen bij een mannetje de zaadleiters uit. Bij een vrouwtje komt de eileider uit in de cloaca. Bij beide komen in de cloaca ook nog de darm en de urineleiters uit (zie afbeelding 85).

► **Afb. 85** Het voortplantingsstelsel van een kip (schematisch).



▼ **Afb. 86** Parende vogels.

Bij de paring persen het mannetje en het vrouwtje de cloacaopeningen tegen elkaar (zie afbeelding 86). Zaadcellen kunnen zo de eileider bereiken.

Reptielen hebben meestal een lange staart, wat de paring moeilijk maakt. Daarom hebben veel reptielen (slangen en hagedissen) twee penissen. Zo'n penis wordt een hemipenis genoemd (zie afbeelding 87). Hierdoor kan het mannetje zowel links als rechts van de staart contact maken met een vrouwtje. Reptielen hebben, net als vogels, een cloaca. Een van de hemipenissen dringt de cloaca van het vrouwtje binnen (zie afbeelding 88).

UITWENDIGE BEVRUCHTING

Bij dieren die in het water leven, kan **uitwendige bevruchting** voorkomen. Zowel de eicellen als de zaadcellen worden dan in het water afgezet. De bevruchting vindt in het water plaats. Dit komt bijvoorbeeld voor bij vissen.

▼ **Afb. 87** Hemipenissen van een slang.▼ **Afb. 88** De paring van deze hagedissen laat de noodzaak van een dubbele penis zien.▼ **Afb. 89** Parende kikkers.

Bij kikkers zit het mannetje tijdens de paring boven op het vrouwtje (zie afbeelding 89). Het mannetje geeft zaadcellen af net op het moment dat het vrouwtje eicellen afzet. De bevruchting vindt plaats in het water. Het mannetje kan wel enkele dagen op het vrouwtje blijven zitten.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 93

Examentrainer

BIJEN

Bron: examen vmbo-gt 2014-1, vraag 3.

Honingbijen leven in groepen. Er zijn in een bijenvolk drie typen bijen: de koningin, de werksters en de darren.

De koningin is het enige vrouwtje dat eitjes legt. De werksters zijn onvruchtbare vrouwtjes die onder andere de larven verzorgen en voedsel zoeken. Darren zijn mannetjes die ontstaan uit onbevuchte eitjes. Uit bevruchte eitjes groeien vrouwtjes.

Een spiercel van een koningin bevat 32 chromosomen.

- 2p **1** Hoeveel chromosomen bevat een spiercel van een dar? Leg je antwoord uit.

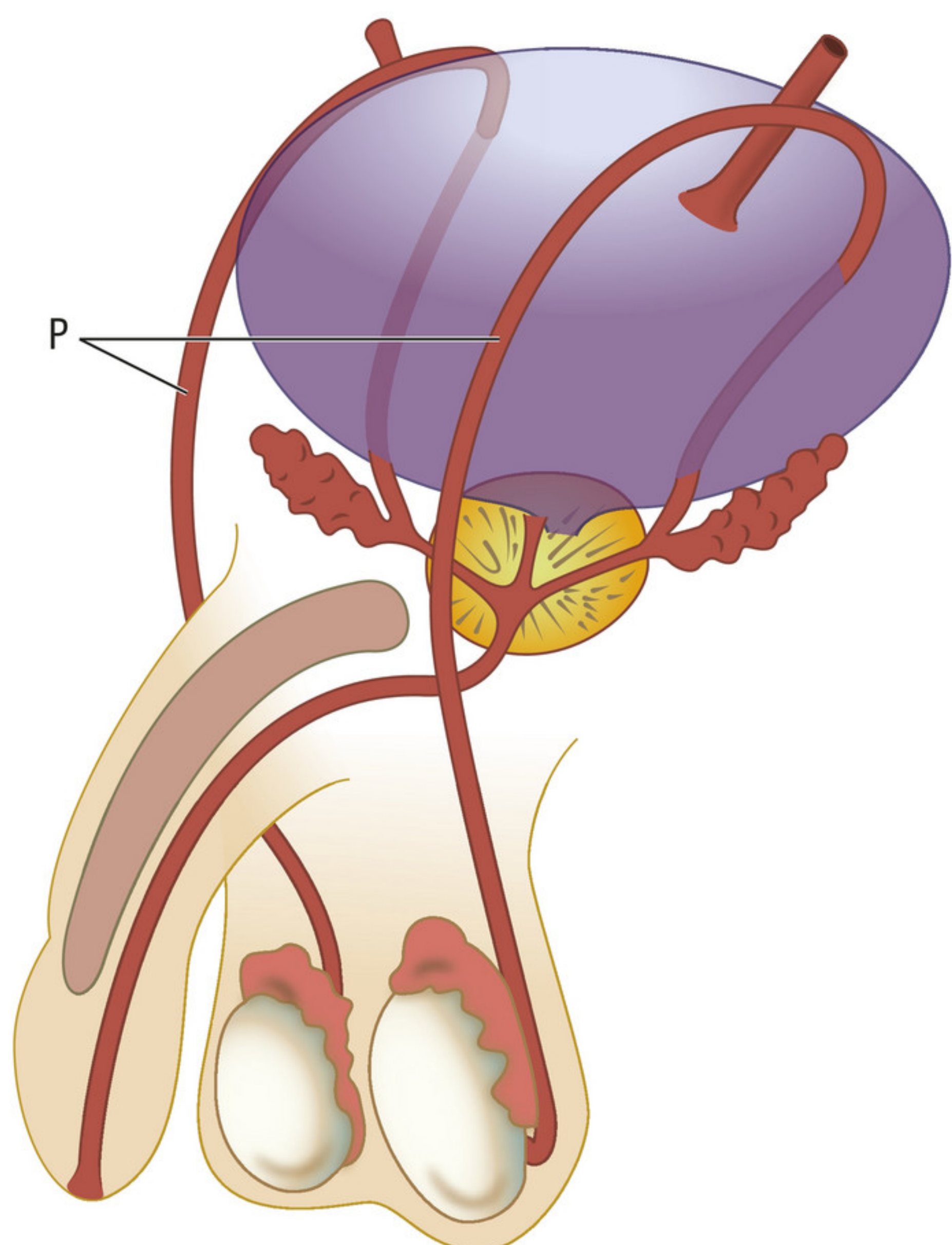
TAAISLIJMZIEKTE

Bron: examen vmbo-gt 2014-1, vraag 5.

Taaismlijmziekte is een ziekte waarbij slijm dat in het lichaam wordt gemaakt, abnormaal dik en taai is. Dit veroorzaakt problemen in verschillende orgaanstelsels. Bij veel jongens met taaismlijmziekte bevat het sperma alleen zaadvocht en geen zaadcellen. Zij zijn daardoor onvruchtbaar. Bij deze jongens ontbreken de delen van de voortplantingsorganen die in afbeelding 90 zijn aangegeven met de letter P.

- 1p **2** Hoe heten deze delen?

▼ **Afb. 90** Mannelijk geslachtsorgaan.



MEDISCHE TECHNIEKEN

Naar: examen vmbo-gt 2014-1, vraag 35 en 40.

Door een diepe ruggenprik wordt de onderste helft van het lichaam volledig verdoofd. De spieren van het onderlichaam kunnen dan niet meer worden gebruikt.

Als tijdens de geboorte van een baby de pijn van de moeder moet worden onderdrukt, wordt een halfdiepe ruggenprik toegepast. De pijn wordt dan minder, maar spieren in het onderlichaam werken nog wel.

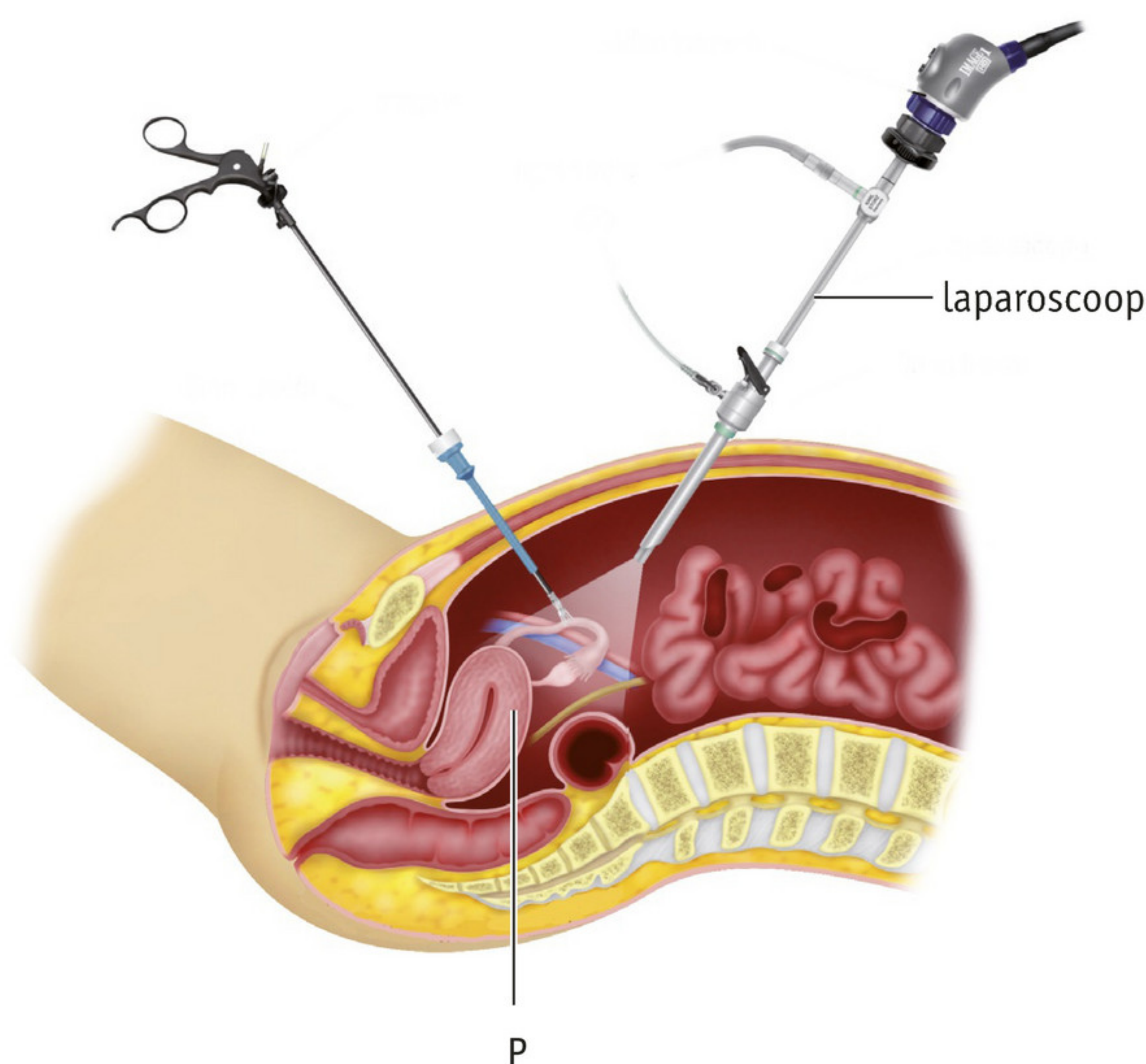
- 1p **3** Leg uit waarvoor het nodig is dat die spieren dan nog wel werken.

Bij laparoscopie maakt een arts enkele sneetjes in de buikwand. Er wordt een gas in de buikholte geblazen om ruimte te maken voor de operatie. Door een van de sneetjes brengt de arts een laparoscoop in de buikholte. In de laparoscoop zit een camera waarmee hij in de buikholte kan kijken. Door de andere sneetjes brengt hij instrumenten in voor het uitvoeren van een operatie, bijvoorbeeld aan de voortplantingsorganen (zie afbeelding 91).

In afbeelding 91 geeft de letter P een orgaan aan.

- 1p **4** Wat is de naam van dit orgaan?
- A baarmoeder
 - B endeldarm
 - C nier
 - D urineblaas

▼ **Afb. 91** Laparoscopie.



DE VRUCHTBAARHEID VAN MANNEN

Bron: examen vmbo-gt 2015-2, vraag 19 tot en met 21.

De vruchtbaarheid van een man hangt onder andere af van de kwaliteit van zijn sperma. Daarbij speelt het aantal zaadcellen per milliliter sperma een rol. Het sperma dat bij een zaadlozing vrijkomt, bevat gemiddeld 140 miljoen zaadcellen. Per milliliter sperma zijn dat er gemiddeld 35 miljoen.

- 1p 5 Hoeveel milliliter sperma komt er gemiddeld vrij bij een zaadlozing volgens deze gegevens?

Ook de beweeglijkheid van de zaadcellen is belangrijk voor de vruchtbaarheid. Zaadcellen moeten een grote afstand afleggen voordat ze een eikel kunnen bevruchten.

- 1p 6 Waar in het voortplantingsstelsel van een vrouw vindt bevruchting plaats?
- A In de baarmoeder.
 - B In de vagina.
 - C In een eierstok.
 - D In een eileider.

Onvruchtbaarheid kan worden veroorzaakt door het ontbreken van de zaadleiders. Enkele leerlingen doen hierover een uitspraak:

- 1 Als de zaadleiders ontbreken, is er geen erectie mogelijk.
 - 2 Als de zaadleiders ontbreken, bevat het sperma geen zaadcellen.
 - 3 Als de zaadleiders ontbreken, is er geen afvoer van geslachtshormonen mogelijk.
- 2p 7 Geef van elke uitspraak aan of deze juist is of onjuist.

STERILISATIE

Naar: examen vmbo-gt 2015-1, vraag 5 en 6.

Als een vrouw niet zwanger wil raken, kan zij zich laten steriliseren. Door sterilisatie worden delen van het voortplantingsstelsel onderbroken. Er zijn verschillende manieren waarop dit kan gebeuren.

- 1p 8 Welk deel van het voortplantingsstelsel van een vrouw wordt onderbroken bij sterilisatie?

De namen van drie gebeurtenissen in het voortplantingsstelsel van een vrouw zijn:

- bevruchting;
- menstruatie;
- ovulatie.

- 2p 9 Welke van deze gebeurtenissen kan (kunnen) na sterilisatie nog plaatsvinden in het lichaam?

HET SYNDROOM VAN DOWN

Naar: examen vmbo-gt 2015-1, vraag 27 en 28.

Bij iemand met het syndroom van Down komt chromosoom 21 in de gewone lichaamscellen driemaal voor in plaats van tweemaal. Het extra chromosoom 21 is afkomstig uit een geslachtscel van één van de ouders. Er is dan iets fout gegaan bij de celdeling waarbij deze cel ontstond.

- 1p 10 Hoe heet het type celdeling waarbij geslachtscellen van een mens worden gemaakt?

Op chromosoom 21 liggen verschillende genen (eigenschappen).

- 1p 11 Hoe vaak komt één zo'n gen voor in een spiercel van iemand met het syndroom van Down?
- A 1 keer.
 - B 2 keer.
 - C 3 keer.
 - D 23 keer.
 - E 46 keer.
 - F 47 keer.

Plusvraag

SMETVREES, IS DAT ERFELIJK?

Naar: examen havo 2014-1, vraag 31.

Mensen die lijden aan OCS (obsessieve compulsieve stoornis), worden gehinderd door dwanghandelingen en/of dwanggedachten. Ze hebben bijvoorbeeld smetvrees en staan dan dagelijks uren onder de douche. Psychiater Van Grootheest analyseerde gegevens van duizenden een- en twee-eiige tweelingen, maar ook gegevens van hun broers en zussen, ouders en echtgenoten om de oorzaak van OCS te achterhalen. Vooral vergelijkingen tussen tweelingen helpen bij het bepalen van de mate van invloed van enerzijds omgevingsfactoren en anderzijds genetische factoren op het tot stand komen van dwangmatig gedrag.

Vergelijking van een-eiige en twee-eiige tweelingen vormen in dit soort onderzoek een interessante bron van gegevens.

- 2p 12 Waardoor is de vergelijking tussen een-eiige tweelingen en twee-eiige tweelingen zo geschikt voor dit onderzoek?

3

Erfelijkheid



BASISSTOF

1	Genotype en fenotype	104
2	Geslachtschromosomen	107
3	Genenparen	109
4	Kruisingen	112
5	Stambomen	115
6	Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting	117
7	Mutaties	120
8	Erfelijkheidsonderzoek	123
9	Biotechnologie	126

SAMENVATTING

129

DIAGNOSTISCHE TOETS

133

VERRIJKINGSSTOF

1	Klonen	143
2	Erfelijkheid in je familie	146
3	Kleur bij katten	147

EXAMENTRAINER

148



Elke cel heeft een celkern met daarin de chromosomen. De chromosomen bevatten de informatie voor alle erfelijke eigenschappen. In dit thema leer je hoe ouders die erfelijke eigenschappen overdragen op hun kinderen. Maar niet alle eigenschappen zijn erfelijk. Ook leer je hoe je erfelijkheidsvraagstukken kunt oplossen, bijvoorbeeld: 'Als de vader en de moeder allebei donker haar hebben, kan het kind dan blond haar hebben?' Daarnaast leer je hoe erfelijke afwijkingen voor de geboorte al kunnen worden opgespoord. Ten slotte leer je hoe de erfelijke eigenschappen van organismen kunnen worden veranderd.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Genotype en fenotype

▼ **Afb. 1** Een verschillend fenotype, maar dezelfde erfelijke eigenschappen.

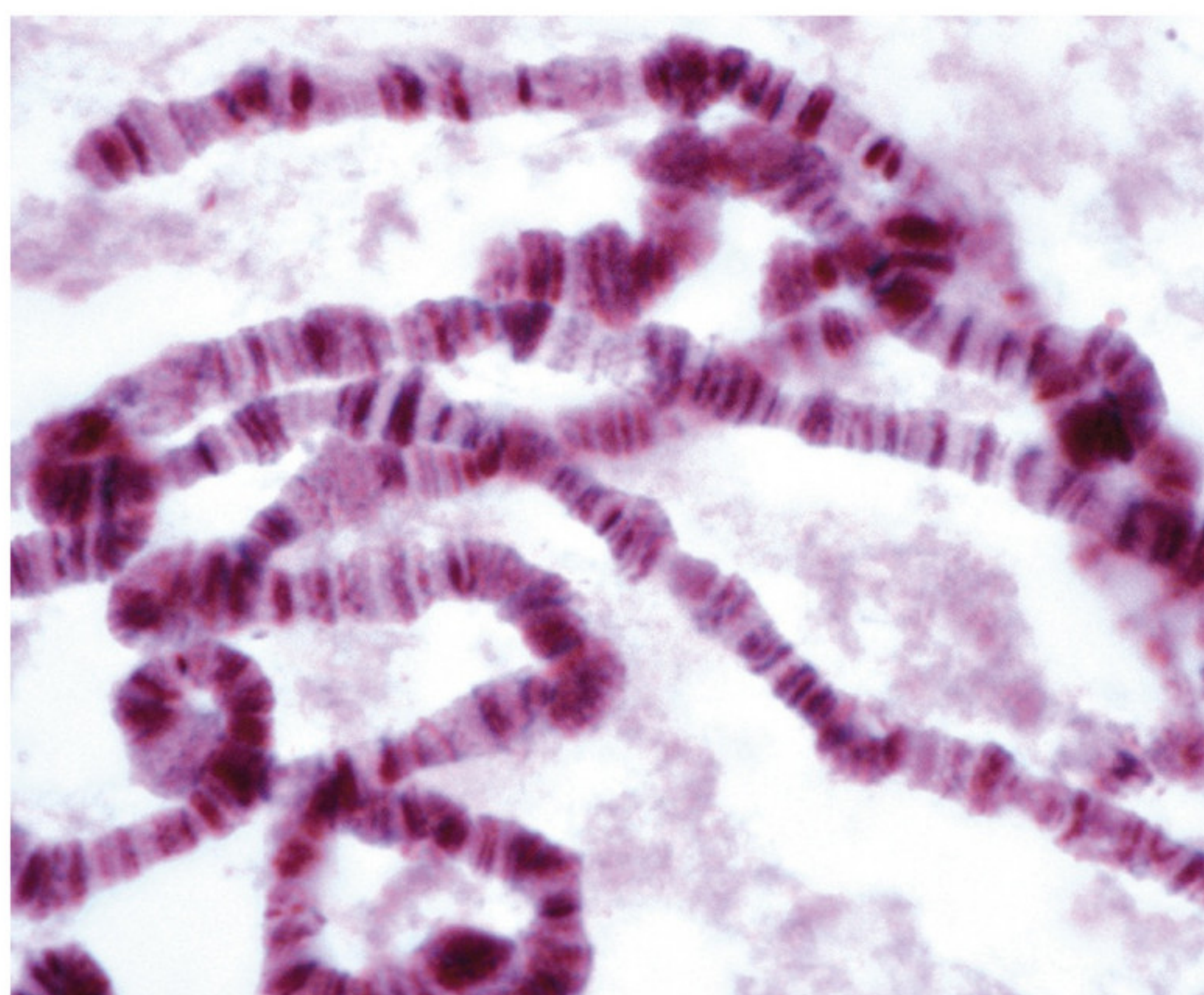


'Wat lijkt jij veel op je vader.' 'Je bent precies je moeder.' Zulke opmerkingen heb je vast wel eens gehoord van familie of vrienden. Eigenschappen die het eerst opvallen bij andere mensen hebben vaak te maken met je uiterlijk, bijvoorbeeld de kleur van je ogen, je haarkleur, de kleur van je huid (zie afbeelding 1). Het uiterlijk (alle zichtbare eigenschappen) van een organisme noemen we het **fenotype** van dat organisme.

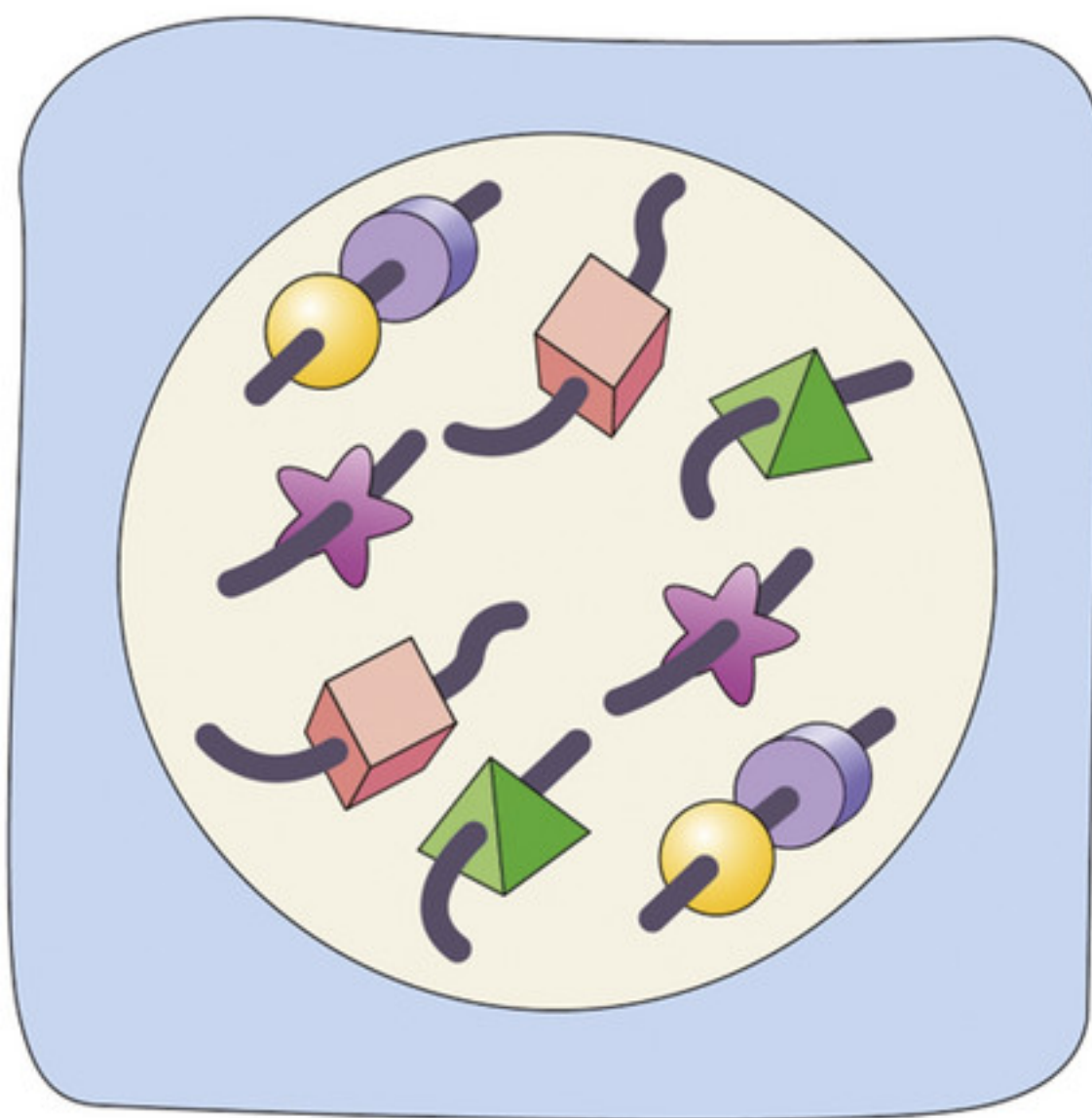
CHROMOSOMEN EN GENEN

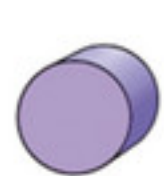
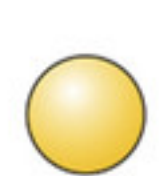
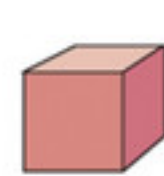
Net als bij andere organismen bestaat jouw lichaam uit heel veel cellen. In elke cel komt een celkern voor. De celkern van elke lichaamscel bevat 46 chromosomen. Die chromosomen bevatten de informatie voor alle erfelijke eigenschappen. Een gen is een deel van een chromosoom met informatie voor één erfelijke eigenschap, bijvoorbeeld de haarkleur. Elk chromosoom bevat een groot aantal genen. Met een speciale microscoop zijn de genen als banden of strepen op een chromosoom zichtbaar (zie afbeelding 2).

▼ **Afb. 2** Chromosoom (microscopische foto).



▼ **Afb. 3** Lichaamscel met chromosomen en genen (schematisch).



     = genen

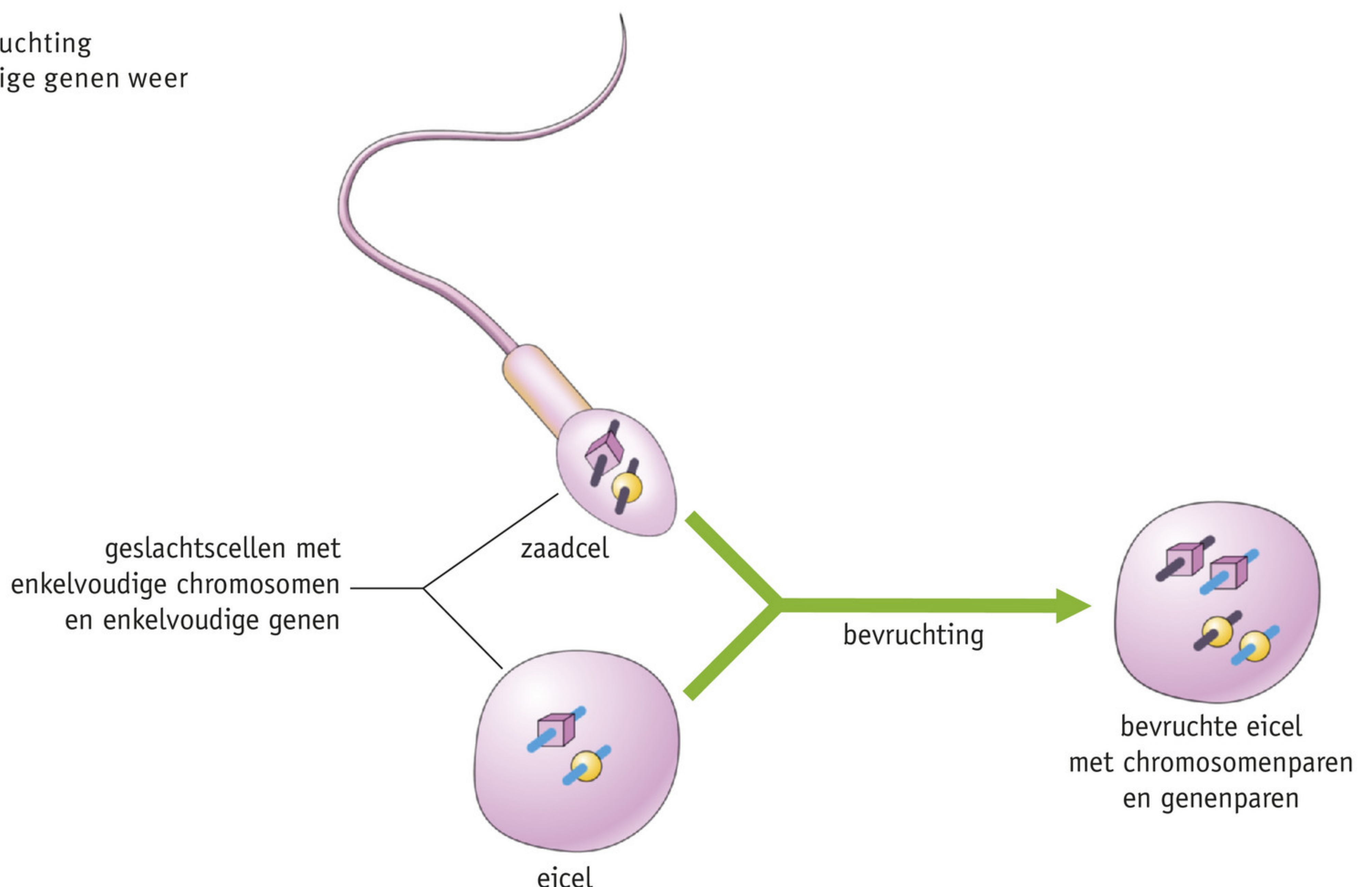
Chromosomen en genen bestaan uit de stof DNA. In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor. De chromosomen van een paar bevatten genen voor dezelfde erfelijke eigenschappen (zie afbeelding 3). In lichaamscellen komen de genen dus ook in paren voor. Eén genenpaar bevat de informatie voor één erfelijke eigenschap. De informatie voor alle erfelijke eigenschappen noemen we het **genotype** van dat organisme.

HOE ONTSTAAT HET GENOTYPE?

Het genotype wordt bepaald op het moment dat een eikel wordt bevrucht door een zaadcel. Eicellen en zaadcellen zijn geslachtscellen die door reductiedeling (meiose) uit lichaamscellen zijn ontstaan. Geslachtscellen bevatten daarom van elk chromosomenpaar maar één chromosoom. Er komen in geslachtscellen dan ook geen genenparen voor maar alleen enkelvoudige genen.

Bij de bevruchting komen de enkelvoudige chromosomen van een zaadcel en de enkelvoudige chromosomen van een eikel bij elkaar. De bevruchte eikel bevat weer chromosomenparen. Daardoor bevat de bevruchte eikel ook weer genenparen (zie afbeelding 4). Deze genenparen zijn het genotype van het nieuwe organisme.

► **Afb. 4** Bij de bevruchting vormen enkelvoudige genen weer genenparen.



De bevruchte eikel groeit door middel van gewone celdelingen (mitose) uit tot een nieuw organisme. Bij gewone celdeling zijn de chromosomen in een dochtercel een kopie van de chromosomen in de moedercel. Het genotype van lichaamscellen verandert bij een gewone celdeling niet. Bij een normale ontwikkeling verandert het genotype van lichaamscellen dus niet meer vanaf de bevruchting. Jouw genotype blijft dus je hele leven lang hetzelfde.

HOE ONTSTAAT HET FENOTYPE?

Doordat iedereen een ander genotype heeft, zien mensen er heel verschillend uit. Het genotype bepaalt veel eigenschappen. Als je bijvoorbeeld zwart haar hebt, wordt deze kleur veroorzaakt door je genotype. Het genotype bepaalt echter niet al je eigenschappen. Zwart haar kun je blond laten verven. De kleur van je haar verandert dan, maar in je chromosomen blijft de informatie aanwezig voor zwart haar. Het haar dat nieuw aangroeit, is zwart. Je bezit nog steeds de erfelijke eigenschap voor zwart haar. Deze eigenschap kun je ook doorgeven aan je nakomelingen. Het maakt dan niet uit of je haar is geverfd of niet.

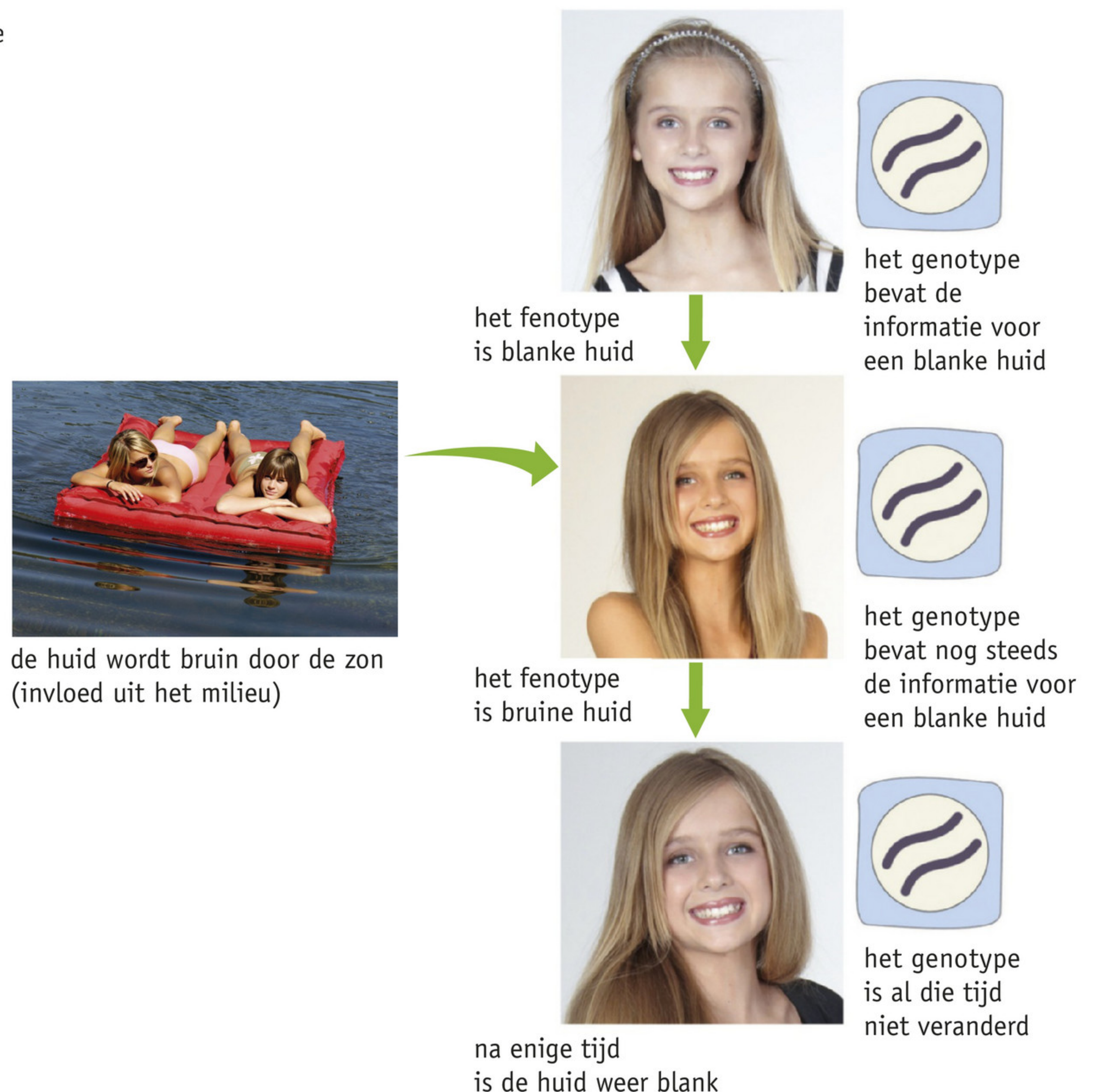
Misschien heb je een blanke huid. In de zomer kan je huid bruin worden door de zon. Je fenotype verandert dan, maar je genotype niet. In je chromosomen blijf je de erfelijke eigenschap voor een blanke huid houden (zie afbeelding 5).

Uit deze voorbeelden blijkt dat het fenotype maar voor een deel wordt bepaald door het genotype. Het fenotype kan door allerlei oorzaken veranderen, zonder dat het genotype verandert. De oorzaken van deze veranderingen vatten we samen als 'invloeden uit het milieu'.

Het fenotype van een organisme komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.

WB OPDRACHT 5 T/M 11 BLZ. 101

► **Afb. 5** Genotype en invloeden uit de omgeving bepalen het fenotype.



2 Geslachtschromosomen

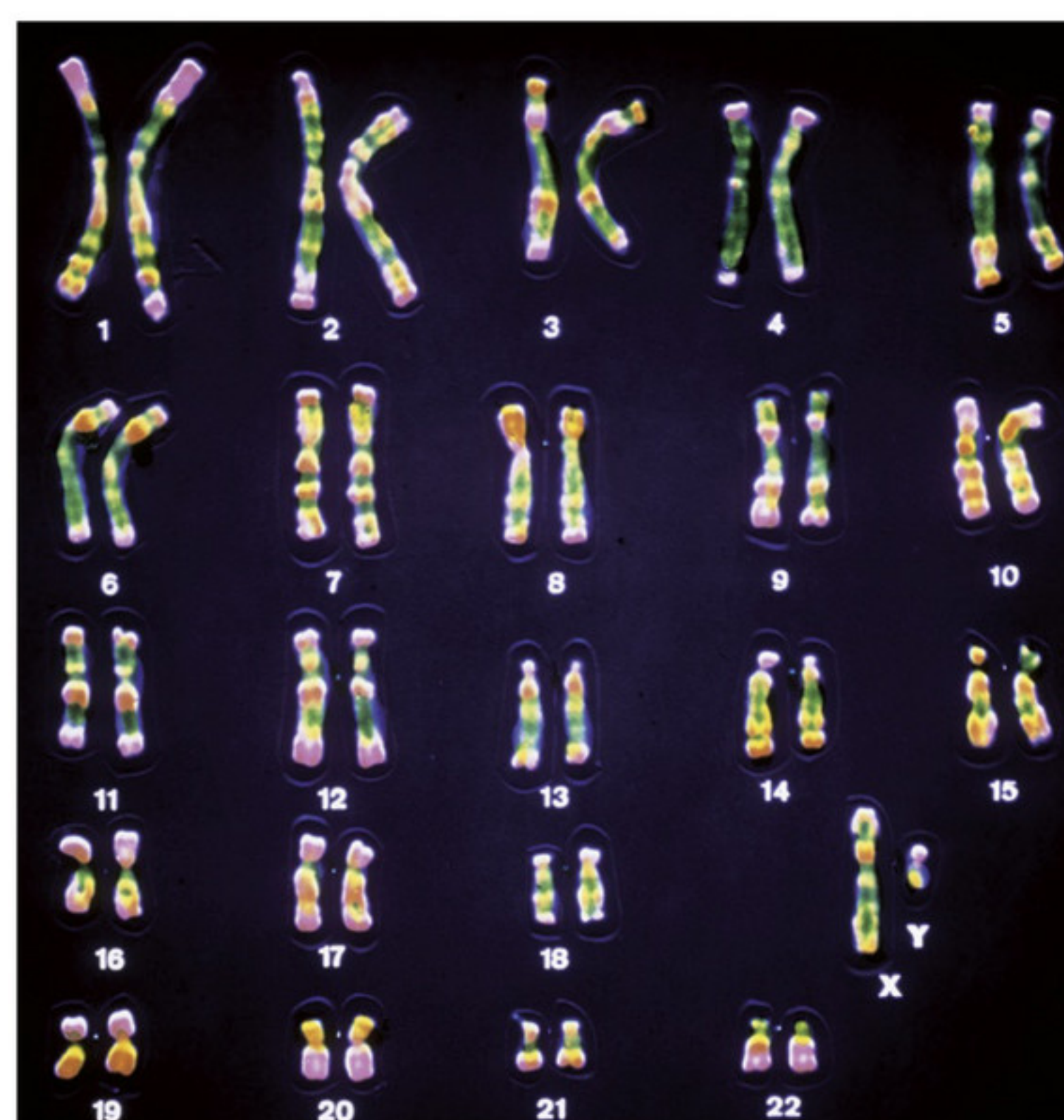
Je ouders hebben erfelijke eigenschappen via de chromosomen in de geslachtscellen aan jou doorgegeven. Via de chromosomen is ook bepaald dat jij een jongen of een meisje bent geworden. De chromosomen die je geslacht bepalen, noem je geslachtschromosomen.

GESLACHTSCHROMOSOMEN IN LICHAAMSCELLEN

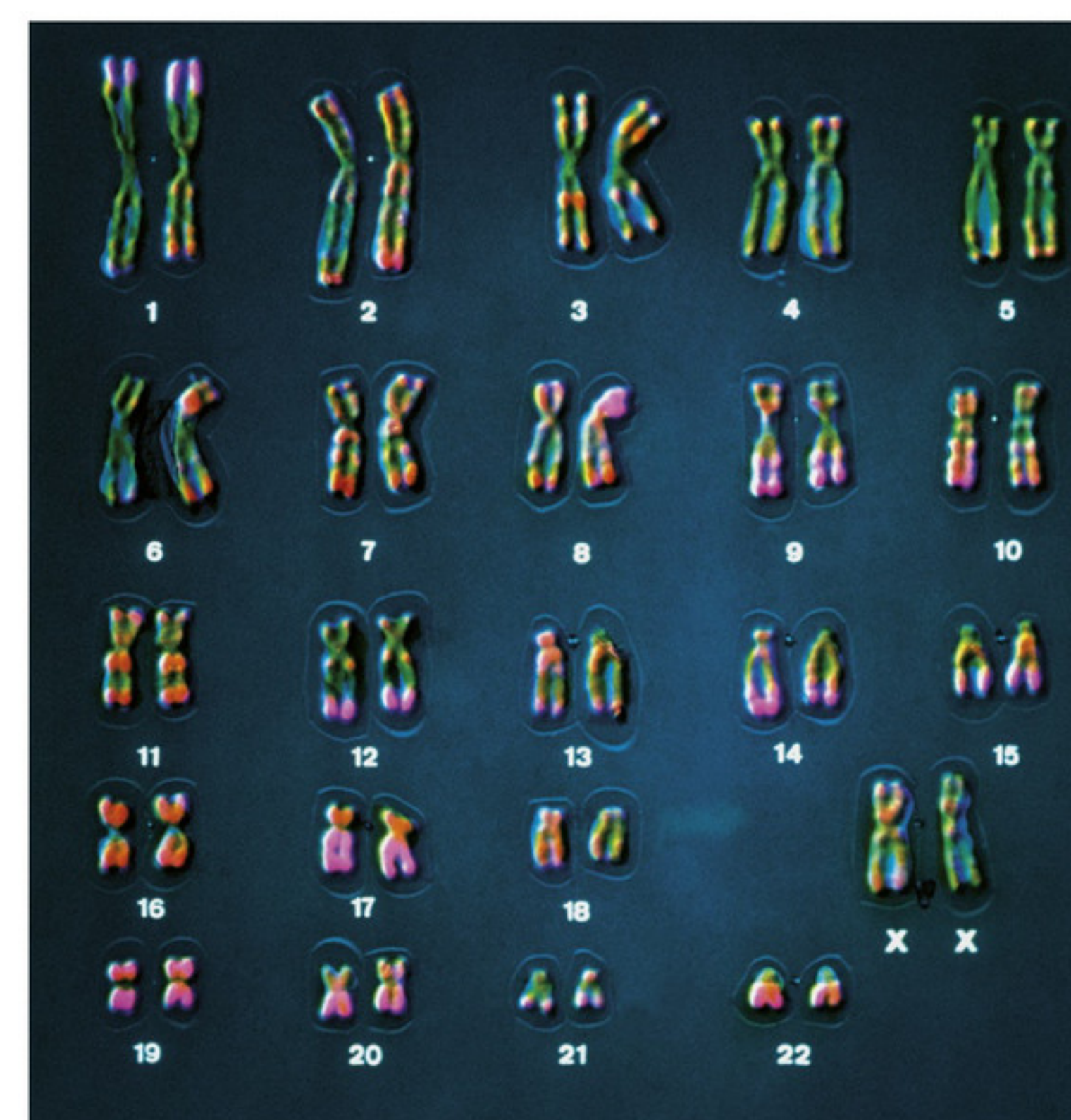
Op de foto in afbeelding 6.1 zie je de 46 chromosomen in een lichaamscel van een man in paren gerangschikt. Je ziet dat 22 chromosomenparen zijn gevormd. De overgebleven twee chromosomen (rechtsonder) zijn bij een man niet aan elkaar gelijk. Het grootste van deze twee chromosomen noemen we het **X-chromosoom**, het kleinste het **Y-chromosoom**. Het X-chromosoom bevat meer DNA dan het Y-chromosoom.

Bij vrouwen zijn de chromosomen van het 23e chromosomenpaar wel aan elkaar gelijk (zie afbeelding 6.2). Dit chromosomenpaar bestaat uit twee X-chromosomen. Het 23e chromosomenpaar is dus bij mannen en vrouwen verschillend. Dit chromosomenpaar bepaalt of iemand een man of een vrouw is. Ook beïnvloeden deze chromosomen de gehalten aan mannelijke en vrouwelijke geslachtshormonen in het bloed. Daarom worden de chromosomen van dit paar de **geslachtschromosomen** genoemd. Ook voor de meeste andere zoogdieren geldt dat één paar geslachtschromosomen het geslacht van het dier bepaalt.

► **Afb. 6** Chromosomen van een man en een vrouw.



1 man



2 vrouw

GESLACHTSCHROMOSOMEN IN GESLACHTSCELLEN

Cellen ontstaan door celdeling. Lichaamscellen ontstaan door gewone celdeling (mitose) en geslachtscellen door reductiedeling (meiose). Bij de reductiedeling komt van elk chromosomenpaar één chromosoom terecht in de geslachtscel. Ook bij het paar geslachtschromosomen is dit het geval. Een geslachtscel bevat dus één geslachtschromosoom.

In afbeelding 7 is de vorming van geslachtscellen schematisch getekend. Je ziet dat een eikel na reductiedeling bij een vrouw (XX) één X-chromosoom bevat. Na reductiedeling bij een man (XY) kan een zaadcel een X-chromosoom of een Y-chromosoom bevatten.

▼ **Afb. 7** Geslachtschromosomen bij reductiedeling (schematisch).

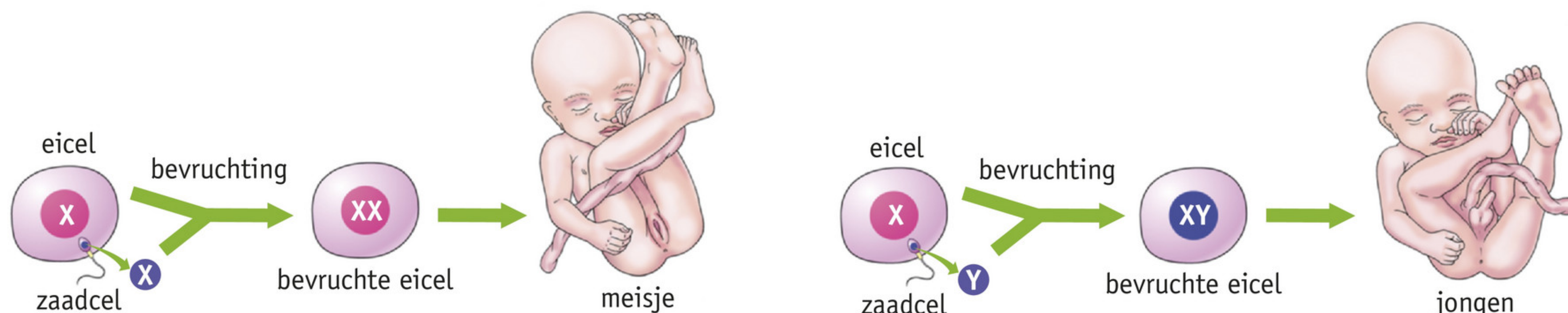


GESLACHTSCHROMOSOMEN BIJ DE BEVRUCHTING

Bij de bevruchting versmelt de kern van een eicel met de kern van een zaadcel (zie afbeelding 8 en 9). De kern van een eicel bevat een X-chromosoom. Als de kern van de zaadcel ook een X-chromosoom bevat, ontstaat een bevruchte eicel met twee X-chromosomen in de kern van de cel. Hieruit ontwikkelt zich een meisje (XX). Als de kern van de zaadcel een Y-chromosoom bevat, ontstaat een bevruchte eicel met een X-chromosoom en een Y-chromosoom in de kern. Hieruit ontwikkelt zich een jongetje (XY).

▼ **Afb. 8** Geslachtschromosomen bij de bevruchting (schematisch).

WB OPDRACHT 12 T/M 17 BLZ. 104



▼ **Afb. 9**

Meisjes zijn sterker, maar jongens zijn sneller

Het verschil tussen jongens en meisjes begint al voor de bevruchting. Na de zaadlozing racen de zaadcellen naar de eicel om deze te bevruchten. Alleen de snelste wint en kan de eicel bevruchten. Daarna groeit die bevruchte eicel uit tot een kind.

In deze race lijken de toekomstige meisjes in het nadeel. De zaadcel die samen met een eicel een meisje maakt, moet het zware X-chromosoom meenemen. De zaadcellen van toekomstige jongens hebben een veel lichter Y-chromosoom. Ze zijn daardoor sneller en hebben meer kans om de eicel te bevruchten.

Maar ook de toekomstige meisjes hebben een voordeel. Gemiddeld kunnen zaadcellen twee tot drie dagen overleven in het lichaam van de vrouw. De zaadcellen met een Y-chromosoom zijn het zwakst en sterven eerst. De toekomstige meisjes blijven langer in leven en hebben zo meer tijd om de eicel te vinden. Zo heeft de bevruchte eicel ongeveer evenveel kans om een meisje of een jongen te worden.

3 Genenparen

De kleur van je ogen, de vorm van je haar: veel eigenschappen zijn erfelijk. Zo hebben sommige mensen steil haar en anderen krullen. Elk mens heeft in elke lichaamscel een **genenpaar** dat informatie bevat voor de haarvorm. Er zijn genen met informatie voor steil haar en genen met informatie voor krullend haar.

HOMOZYGOOT EN HETEROZYGOOT

Als je steil haar hebt, zijn je genen voor de haarvorm gelijk aan elkaar (zie afbeelding 10). Je bent dan **homozygoot** voor de eigenschap steil haar (homo = gelijk).

Als je genenpaar voor de haarvorm bestaat uit twee genen voor krullend haar, dan ben je homozygoot voor de eigenschap krullend haar (zie afbeelding 11). Ook kan een genenpaar voor de haarvorm bestaan uit één gen voor steil haar en één gen voor krullend haar. De twee genen voor de haarvorm zijn dan ongelijk (zie afbeelding 12). Als dat bij jou zo is, dan ben je **heterozygoot** voor de haarvorm (hetero = ongelijk).

▼ **Afb. 10** Persoon die homozygoot is voor steil haar.



▼ **Afb. 11** Persoon die homozygoot is voor krullend haar.



▼ **Afb. 12** Persoon die heterozygoot is voor de haarvorm.



DOMINANTE EN RECESSIEVE GENEN

Personen die heterozygoot zijn voor de haarvorm hebben het gen voor steil haar en het gen voor krullend haar. Zij hebben krullend haar, want alleen het gen voor krullend haar heeft invloed op het uiterlijk. Het gen voor steil haar heeft geen invloed op het uiterlijk. Het gen voor krullend haar is als het ware 'sterker' dan het gen voor steil haar.

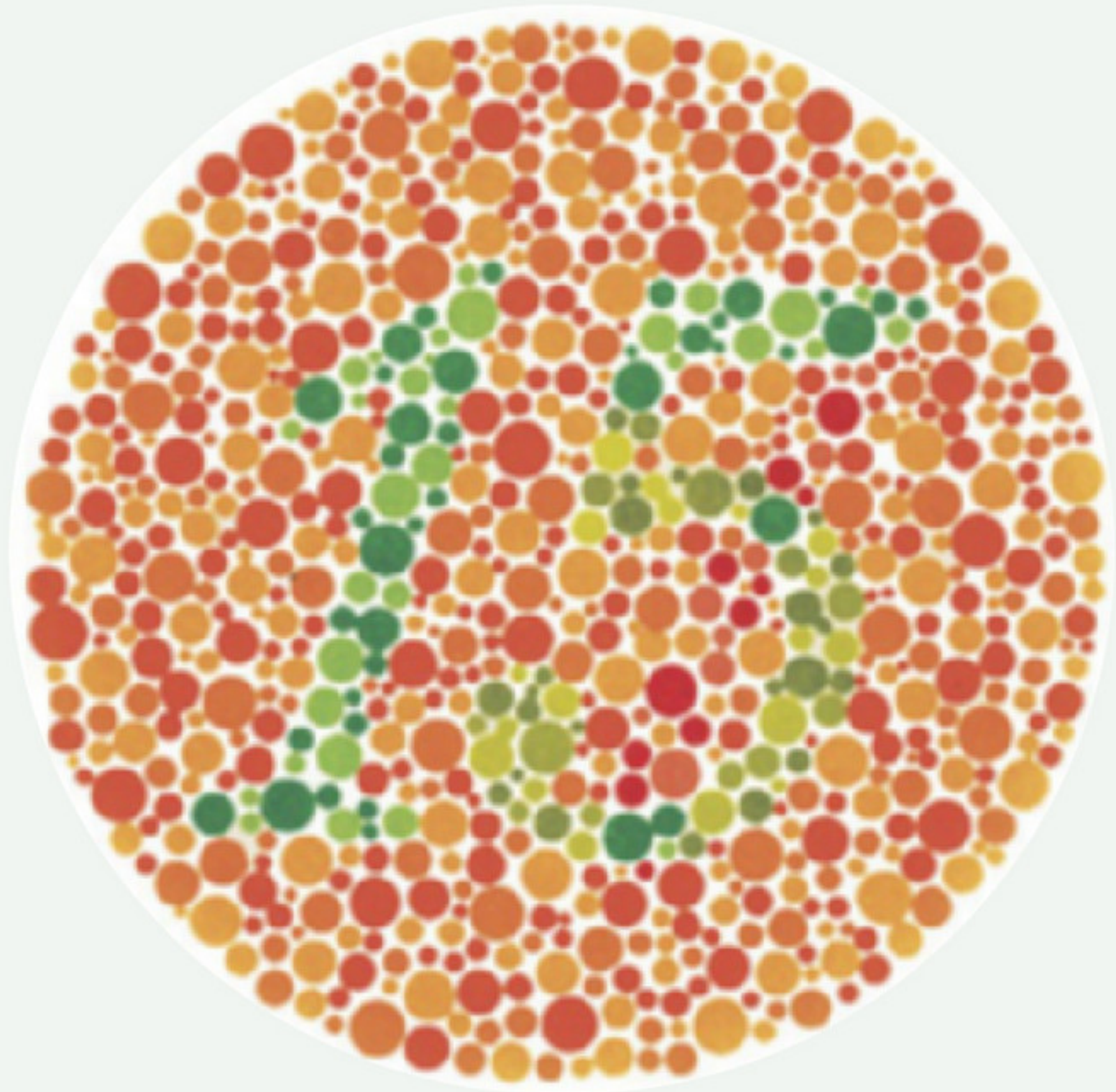
Het gen voor krullend haar noem je een **dominant gen**. Een dominant gen komt altijd tot uiting in het fenotype. Het gen voor steil haar noem je een **recessief gen**. Een recessief gen zie je alleen terug in het fenotype als er geen dominant gen aanwezig is (zie afbeelding 14).

▼ Afb. 13

Doe de kleurentest!

Zie jij in de foto geen cijfer 15 staan? Dan kun je rood en groen moeilijk onderscheiden. Waarschijnlijk ben je een jongen. De kans dat je een meisje bent én rood-groen-kleurenblind, is heel klein.

Het gen dat bepaalt of je rood-groen-kleurenblind bent, ligt namelijk op het X-chromosoom. Als je een dominant gen hebt, kun je rood en groen goed onderscheiden. Als je alleen recessieve genen hebt, kun je dat niet. Meisjes hebben twee X-chromosomen. Als het recessieve gen op één chromosoom voorkomt, zorgt het dominante gen op het andere chromosoom ervoor dat er niets aan de hand is. Jongens hebben maar één X-chromosoom. Als daar een recessief gen op voorkomt, zien zij het cijfer 15 niet staan.



Voor de meeste erfelijke eigenschappen zijn er twee verschillende genen. Welke van die twee genen dominant is en welke recessief, verschilt per soort organisme. Bij erwtenplanten bijvoorbeeld is het gen voor rode bloemkleur dominant over het gen voor witte bloemkleur (zie afbeelding 14).

▼ Afb. 14 Erwtenplanten.



1 homozygoot voor rode bloemkleur of heterozygoot



2 homozygoot voor witte bloemkleur

FENOTYPE EN GENOTYPE

Het gen voor steil haar is recessief. Je kunt alleen maar steil haar hebben als je twee gelijke genen hebt voor de haarvorm. Als een recessief gen je uiterlijk bepaalt, weet je zeker dat je homozygoot bent voor die eigenschap. Bij personen met steil haar kan dus slechts één genotype voorkomen.

Het gen voor krullend haar is dominant. Bij mensen met krullend haar zijn twee genotypen mogelijk. Ze kunnen homozygoot of heterozygoot zijn voor de haarvorm. Als een dominant gen het uiterlijk bepaalt, kan het organisme homozygoot maar ook heterozygoot zijn voor die eigenschap.

SYMBOLEN VOOR GENEN

Bij de foto's van afbeelding 10, 11 en 12 is steeds een lichaamscel schematisch getekend. In die cellen zijn de genen met figuurtjes aangegeven. Maar meestal geef je de genen met letters aan. Die letters staan in afbeelding 10, 11 en 12 bij de chromosomen. Voor één erfelijke eigenschap gebruik je één letter. Een dominant gen geef je aan met een hoofdletter, een recessief gen met een kleine letter.

Bijvoorbeeld: een persoon die homozygoot is voor krullend haar (dominant) geef je aan met AA. Een persoon die homozygoot is voor steil haar (recessief) geef je aan met aa. Een persoon die heterozygoot is voor de haarvorm geef je aan met Aa.

Je kunt ook een andere letter gebruiken, bijvoorbeeld BB, bb en Bb. Het best is steeds letters te gebruiken waarvan de hoofdletter en de kleine letter duidelijk van vorm verschillen (dus niet bijvoorbeeld de P en de p, maar wel de R en de r).

▼ **Afb. 15** Leeuwenbekjes.



1 homozygoot voor rode bloemen



2 homozygoot voor witte bloemen



3 heterozygoot voor de bloemkleur

▼ **Afb. 16** Bij een leeuwenbekje is geen van beide genen voor de bloemkleur dominant.



2 $A_r A_w$

INTERMEDIAR FENOTYPE

Bij sommige erfelijke eigenschappen is het onderscheid tussen een dominante en een recessieve eigenschap niet zo duidelijk. Het leeuwenbekje is een plant met genen voor rode bloemkleur en voor witte bloemkleur, maar geen van beide genen is recessief. Leeuwenbekjes die heterozygoot zijn voor de bloemkleur hebben roze bloemen (zie afbeelding 15). We noemen dit een **intermediair fenotype**. De beide genen voor de bloemkleur zijn bij deze planten 'even sterk' (zie afbeelding 16).

Als twee genen van een genenpaar even sterk zijn, gebruik je een andere schrijfwijze dan bij een dominant en een recessief gen. De kleur van een rood leeuwenbekje wordt bijvoorbeeld aangegeven met $A_r A_r$, een wit leeuwenbekje met $A_w A_w$ en een roze leeuwenbekje met $A_r A_w$.

WB OPDRACHT 18 T/M 30 BLZ. 108

4 Kruisingen

▼ **Afb. 17** Angorakonijn, gefokt op de eigenschap 'vacht met lange haren'.



▼ **Afb. 18** Zwartharige labrador × geelharige labrador.



Fokkers houden zich bezig met de voortplanting van dieren. Daarbij letten ze goed op de erfelijke eigenschappen van de ouderdieren. Zo proberen ze nakomelingen te fokken met een bepaalde vachtkleur, een bepaalde grootte of een ander kenmerk (zie afbeelding 17). Dat doen fokkers door dieren met elkaar te **kruisen**. Hierbij planten twee organismen die in een of meer eigenschappen van elkaar verschillen, zich geslachtelijk voort. In deze basisstof kijken we alleen naar kruisingen waarbij wordt gelet op één erfelijke eigenschap. Bij zo'n kruising is slechts één genenpaar betrokken.

EEN KRUISING

Bij een kruising geven we de ouders aan met de letter P (Latijn: *parentes* = ouders). De nakomelingen geven we aan met F_1 (Latijn: *fili* = kinderen). Bij veel kruisingen planten de individuen in de F_1 zich ook weer voort. Hieruit ontstaat een tweede generatie nakomelingen, die we aangeven met F_2 . Een voorbeeld van een kruising is die tussen twee labradors (zie afbeelding 18). Bij labradors is het gen voor een zwarte vacht (A) dominant over het gen voor een gele vacht (a). Een zwartharig vrouwtje dat homozygoot is voor de vachtkleur, paart een aantal keren met een geelharig mannetje. De dieren in de F_1 planten zich ook weer voort. Bij deze kruising wil je weten welke vachtkleur de labradors in de F_2 kunnen hebben. Ook wil je weten hoe groot de kans in de F_2 is op elke vachtkleur. Om dit te weten te komen, ga je te werk volgens de stappen die hierna zijn beschreven.

Stap 1 (P): bedenk wat de fenotypen en genotypen van de ouders zijn.

Het vrouwtje is homozygoot zwartharig. Het gen voor zwarte vachtkleur is dominant, dus is het genotype van het vrouwtje AA. Het mannetje is geelharig. Het gen voor gele vachtkleur is recessief. Het genotype van het mannetje is dus aa. De kruising is dan: AA × aa.

Stap 2 (geslachtscellen): bedenk welke genen in de geslachtscellen van beide ouders kunnen voorkomen.

Geslachtscellen ontstaan door reductiedeling. In geslachtscellen komen genen enkelvoudig voor.

Het genotype van het vrouwtje is AA. Elke eicel die het vrouwtje produceert, bevat het gen A.

Het genotype van het mannetje is aa. Elke zaadcel die het mannetje produceert, bevat het gen a.

Stap 3 (F_1): stel vast welk genotype en fenotype de nakomelingen kunnen hebben.

Bij bevruchting versmelt de kern van een eikel (met gen A) met de kern van een zaadcel (met gen a). Het genotype van de bevruchte eikel is in dit geval altijd Aa. De nakomeling die zich uit deze bevruchte eikel ontwikkelt, heeft altijd een zwarte vacht.

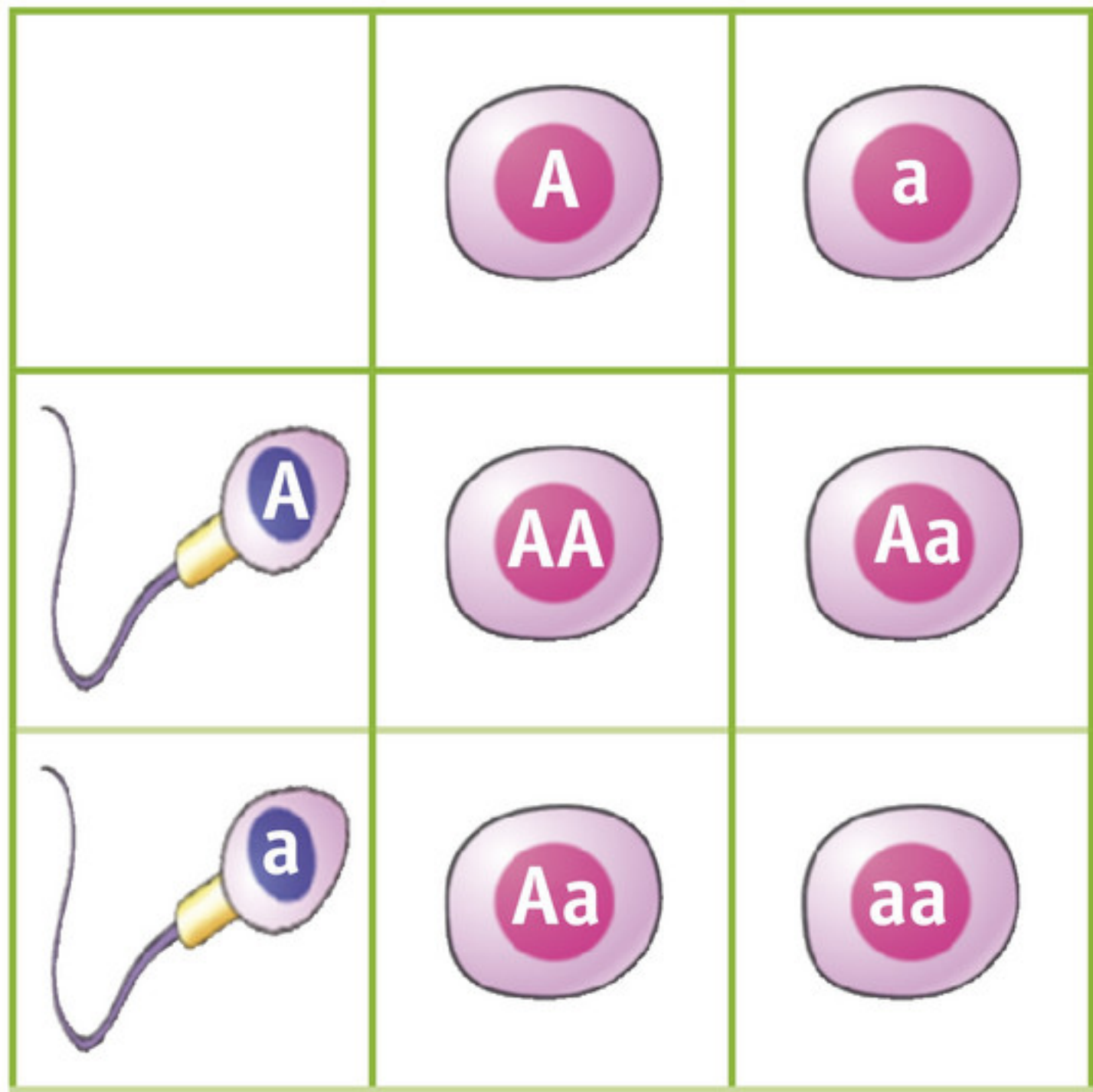
Andere mogelijkheden zijn er bij deze kruising niet.

Stap 4: stel vast welk genotype en fenotype de dieren in de F_2 kunnen hebben. De dieren in de F_1 planten zich voort. Bij bevruchting weet je niet welke eikel door welke zaadcel wordt bevrucht. Er zijn vier mogelijkheden (zie afbeelding 19):

- Een eikel met het gen A wordt bevrucht door een zaadcel met het gen A.
- Een eikel met het gen A wordt bevrucht door een zaadcel met het gen a.
- Een eikel met het gen a wordt bevrucht door een zaadcel met het gen A.
- Een eikel met het gen a wordt bevrucht door een zaadcel met het gen a.

Om dit overzichtelijk op te schrijven, gebruik je een kruisingsschema. De genen in de eicellen zet je boven in het schema en de genen in de zaadcellen links in het schema.

▼ Afb. 19 Mogelijkheden van bevruchting.



	Gen in eikel	
Gen in zaadcel	genenpaar in bevruchte eikel	genenpaar in bevruchte eikel
Gen in zaadcel	genenpaar in bevruchte eikel	genenpaar in bevruchte eikel

Als je dit schema met de gevonden gegevens invult, krijg je het volgende schemaatje:

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Je ziet dat er vier mogelijkheden zijn voor bevruchting van een eikel. De kans dat een dier uit de F_2 het genotype Aa heeft, is de helft of 50%. De kans op elk ander genotype is een kwart of 25%. De kans op een labrador met een zwarte vacht is driekwart of 75%. De kans op een labrador met een gele vacht is een kwart of 25%.

Het complete kruisingsschema wordt nu:

P	AA	×	aa
geslachtscellen	A		a
F_1		Aa	
	Aa	×	Aa
geslachtscellen	A of a		A of a

F_2		A	a
	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

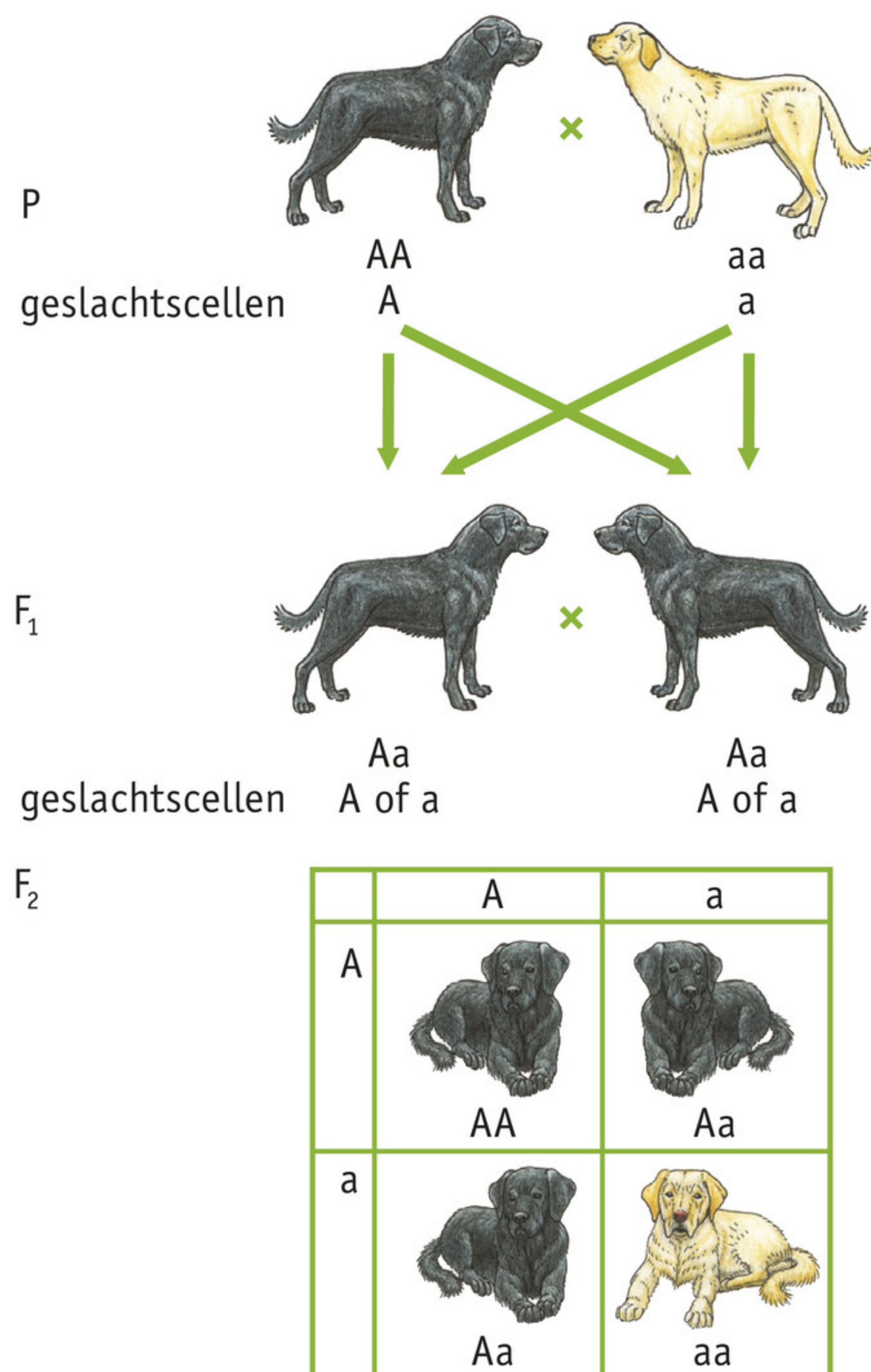
In afbeelding 20 is deze kruising schematisch weergegeven door middel van tekeningen.

VERHOUDINGEN

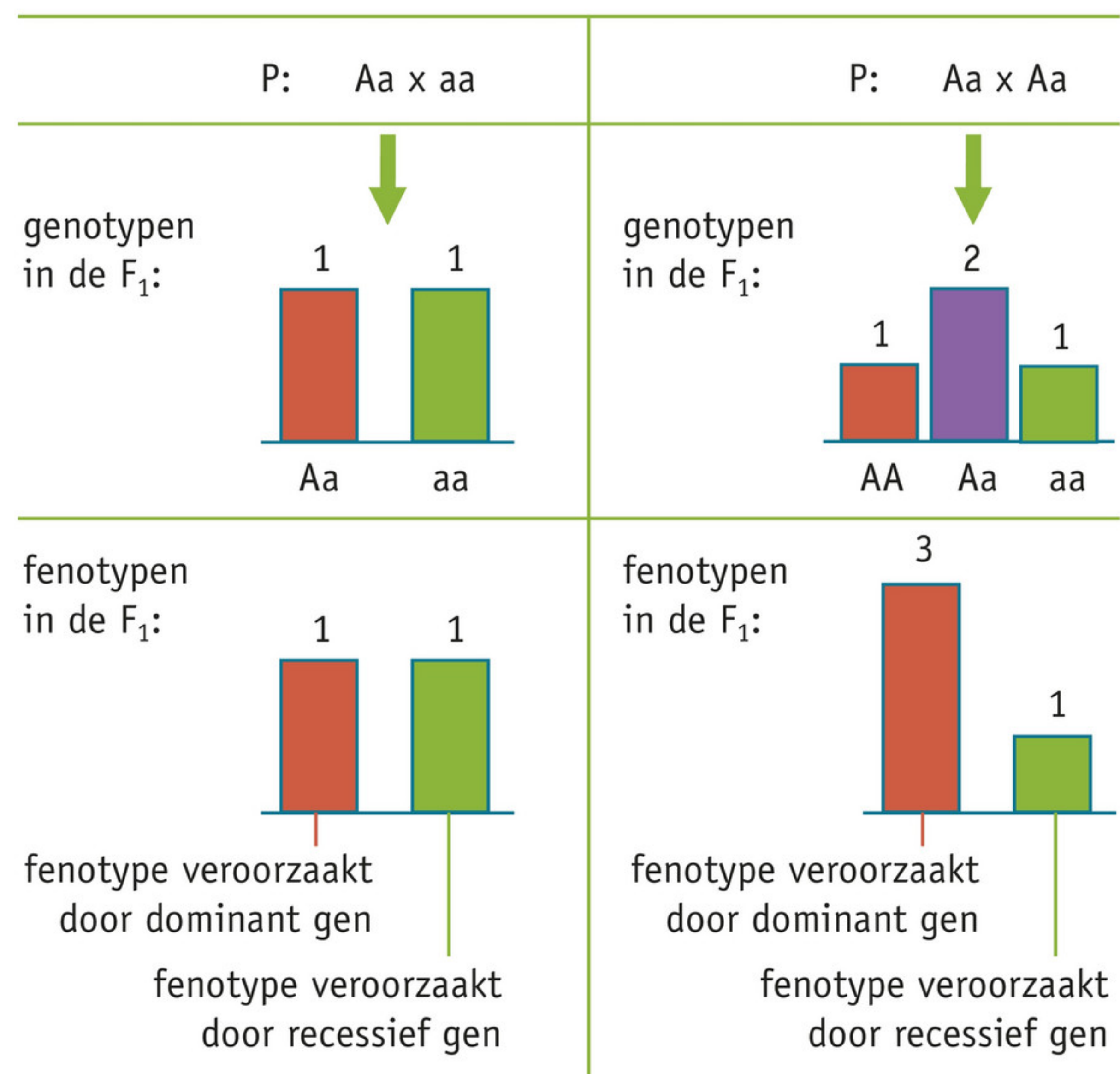
Je hebt gezien dat bij een kruising nakomelingen kunnen ontstaan met verschillende genotypen en fenotypen. Als beide ouders heterozygoot voor een bepaalde eigenschap zijn, dan kunnen in de F_1 drie verschillende genotypen voorkomen. Als de F_1 uit een groot aantal nakomelingen bestaat, komen de mogelijke genotypen in een vaste verhouding voor (zie afbeelding 21). Als er maar een paar nakomelingen zijn, dan is de verhouding tussen de verschillende genotypen te veel afhankelijk van het toeval. Als in de F_1 de genotypen in een vaste verhouding voorkomen, dan is er ook een vaste verhouding tussen de mogelijke fenotypen (zie afbeelding 21). Als de ene ouder heterozygoot is en de andere ouder homozygoot recessief, dan komen in de F_1 de verschillende genotypen en fenotypen ook in een vaste verhouding voor (zie afbeelding 21).

WB OPDRACHT 31 T/M 40 BLZ. 115

▼ Afb. 20 Kruising (schematisch).



▼ Afb. 21 In de F_1 van een kruising kunnen verschillende verhoudingen voorkomen.



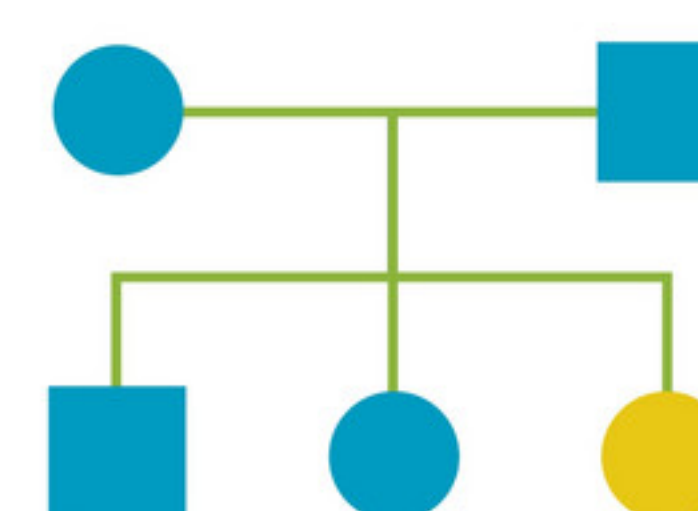
5 Stambomen

Je hebt allerlei eigenschappen geërfd van je ouders. De kans is groot dat je ook eigenschappen hebt die je niet bij hen terugziet. Misschien heb jij blond haar en je beide ouders zwart haar. Met een **stamboom** kun je zien hoe een eigenschap als haarkleur in je familie is doorgegeven. Een stamboom laat zien van wie iemand afstamt. In afbeelding 22 zie je een stamboom van een man en vrouw en hun drie kinderen. Afbeelding 23 laat hun stamboom in symbolen zien. Daarbij stelt een rondje een vrouw voor en een vierkantje een man.

▼ **Afb. 22** De stamboom van een gezin.



▼ **Afb. 23** De stamboom van het gezin in symbolen.



Legenda:

- zwart haar
- blond haar

STAMBOOM VAN EEN GEZIN

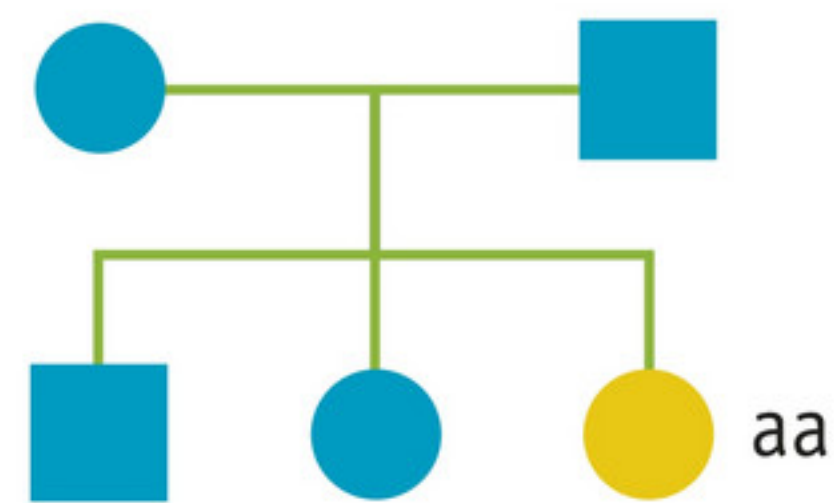
In de stamboom van afbeelding 22 zie je dat beide ouders en twee van de drie kinderen zwart haar hebben. Eén kind heeft blond haar. Met behulp van deze stamboom kun je achterhalen welk genotype de leden van dit gezin hebben voor de eigenschap haarkleur. Om dit te achterhalen, ga je te werk volgens de stappen die hierna zijn beschreven.

Stap 1: stel vast welk fenotype elk gezinslid heeft.

In afbeelding 22 zie je welke haarkleur deze personen hebben. De ouders en twee kinderen hebben als fenotype 'zwart haar'. Eén dochter heeft als fenotype 'blond haar'.

Stap 2: stel het genotype vast van het kind met het afwijkende fenotype.
Beide ouders hebben hetzelfde fenotype. Eén kind heeft een ander fenotype. Zij heeft blond haar. Daardoor weet je zeker dat dit kind homozygoot is voor het recessieve gen. Het genotype van dit kind is 'aa' (zie afbeelding 24).

► **Afb. 24** Het genotype is 'aa'.



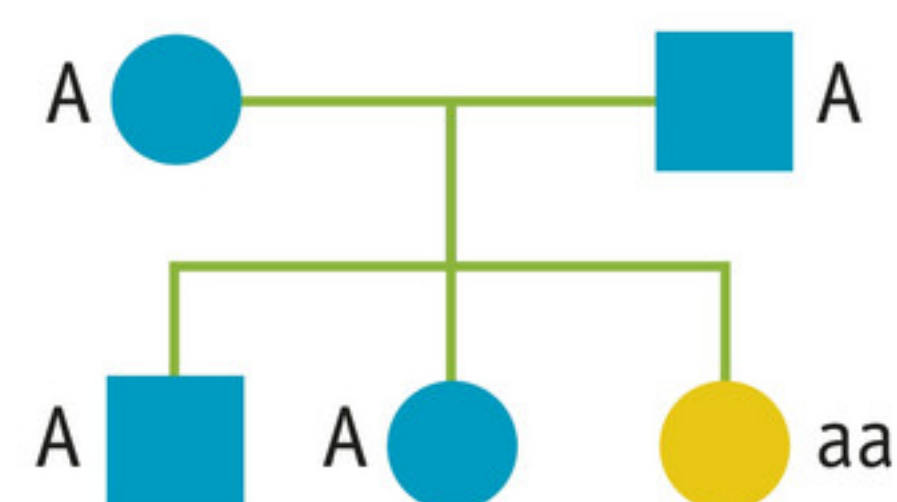
Legenda:

- zwart haar
- blond haar

Stap 3: schrijf bij de stamboom wat je nu weet over het genotype van de andere gezinsleden.

De gezinsleden met een dominant fenotype hebben in elk geval één dominant gen in het genotype. Bij deze personen geef je het dominante gen aan met de letter 'A' (zie afbeelding 25).

► **Afb. 25** Het dominante gen is 'A'.



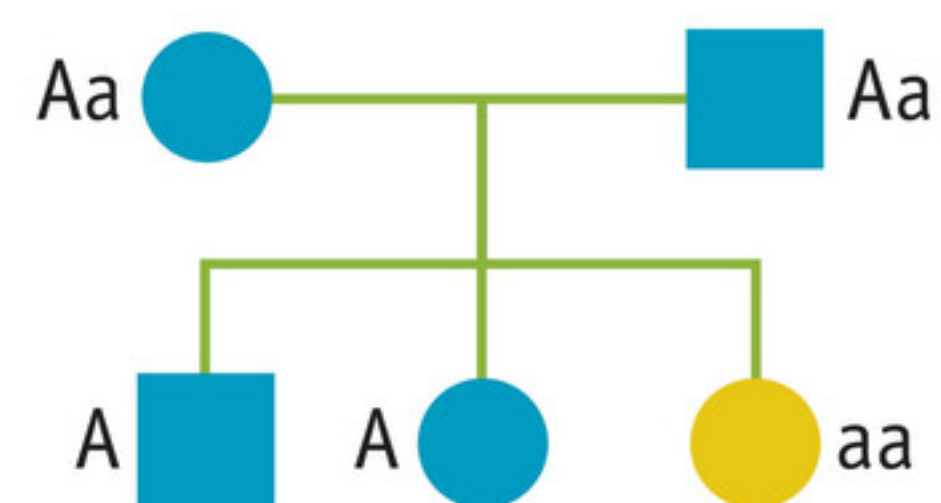
Legenda:

- zwart haar
- blond haar

Stap 4: zet bij zo veel mogelijk gezinsleden het genotype voor deze eigenschap.

Beide ouders hebben donker haar. Zij kunnen alleen een kind krijgen met blond haar als ze allebei heterozygoot zijn. Beide ouders hebben dus het genotype 'Aa' (zie afbeelding 26).

► **Afb. 26** Het genotype is 'Aa'.



Legenda:

- zwart haar
- blond haar

Omdat beide ouders heterozygoot zijn, kun je niet vaststellen wat het tweede gen is in het genotype van de kinderen met donker haar. Zij kunnen homozygoot dominant zijn of heterozygoot.

6

Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting

▼ **Afb. 27** Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan veel verschillende genotypen en daardoor soms ook verschillende fenotypen.



1 parende tuinslakken



2 verschillende fenotypen bij de tuinslak

Kinderen lijken meestal op hun ouders, maar ze zijn er nooit precies gelijk aan. Bij dieren en planten die in de natuur leven, is dat meestal ook zo. In de landbouw en veeteelt willen we soms dat nakomelingen precies dezelfde eigenschappen hebben als de ouders. Als koeien bijvoorbeeld heel veel melk geven, willen we dat de nakomelingen van deze koeien net zoveel melk kunnen geven. Daarom passen we in de landbouw en veeteelt vaak andere manieren van voortplanting toe.

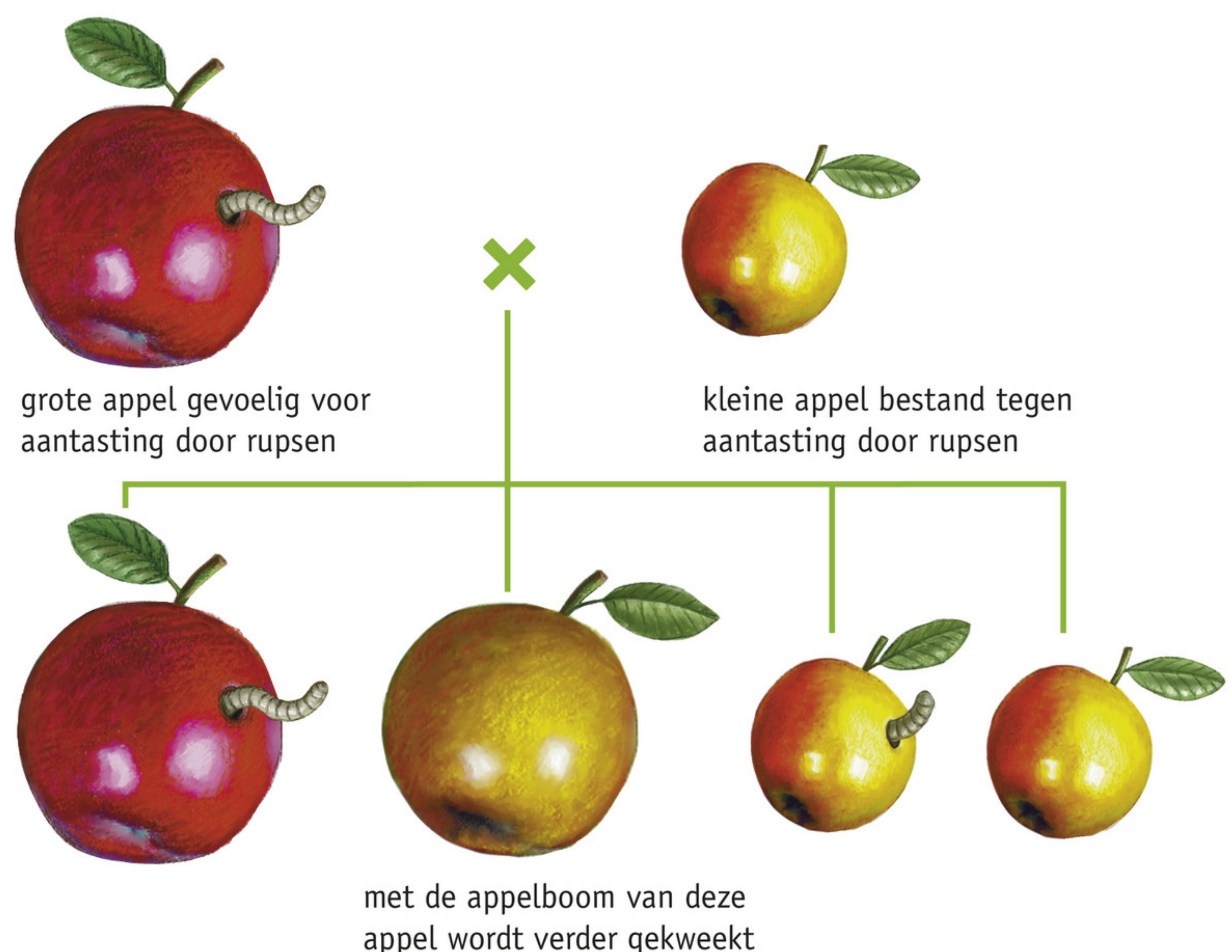
GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

In de landbouw en veeteelt proberen telers en fokkers zo veel mogelijk gunstige eigenschappen in één nakomeling te krijgen. Bijvoorbeeld een nakomeling die snel groeit, heel vruchtbaar is, een hoge voedingswaarde heeft of een grote weerstand heeft tegen ziekteverwekkers.

Bij **geslachtelijke voortplanting** versmelten twee willekeurige geslachtscellen met elkaar. Omdat de geslachtscellen verschillende genotypen hebben, zijn er voor het genotype van de bevruchte eicel ook heel veel verschillende mogelijkheden. Zo ontstaan er organismen met telkens andere genotypen (zie afbeelding 27).

Telers en fokkers willen vaak dat de variatie in genotypen niet groot is. Daarom passen ze **kunstmatige selectie** toe. Uit alle nakomelingen kiezen ze de individuen met de meest gunstige erfelijke eigenschappen en gebruiken die voor verdere kruisingen. Dit noem je **veredeling** (zie afbeelding 28).

▼ **Afb. 28** Veredeling bij appels (schematisch).



ONGESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Als door veredeling individuen met een gunstig genotype zijn ontstaan, willen telers en fokkers nakomelingen hebben met hetzelfde genotype. Bij landbouwgewassen passen telers meestal **ongeslachtelijke voortplanting** toe. Hierbij groeit een deel van een plant uit tot een nieuwe plant. Dit kan op veel manieren gebeuren. Eén manier heb je zelf misschien al eens toegepast, namelijk het **stekken** van een kamerplant. Je snijdt dan een stuk van een stengel of een blad af. Op het snijvlak ontwikkelen zich wortels. Het stukje stengel of blad groeit uit tot een nieuwe kamerplant (zie afbeelding 29).

▼ **Afb. 29** Een kamerplant stekken.



1 Snijd met een scherp mes een stukje stengel af.



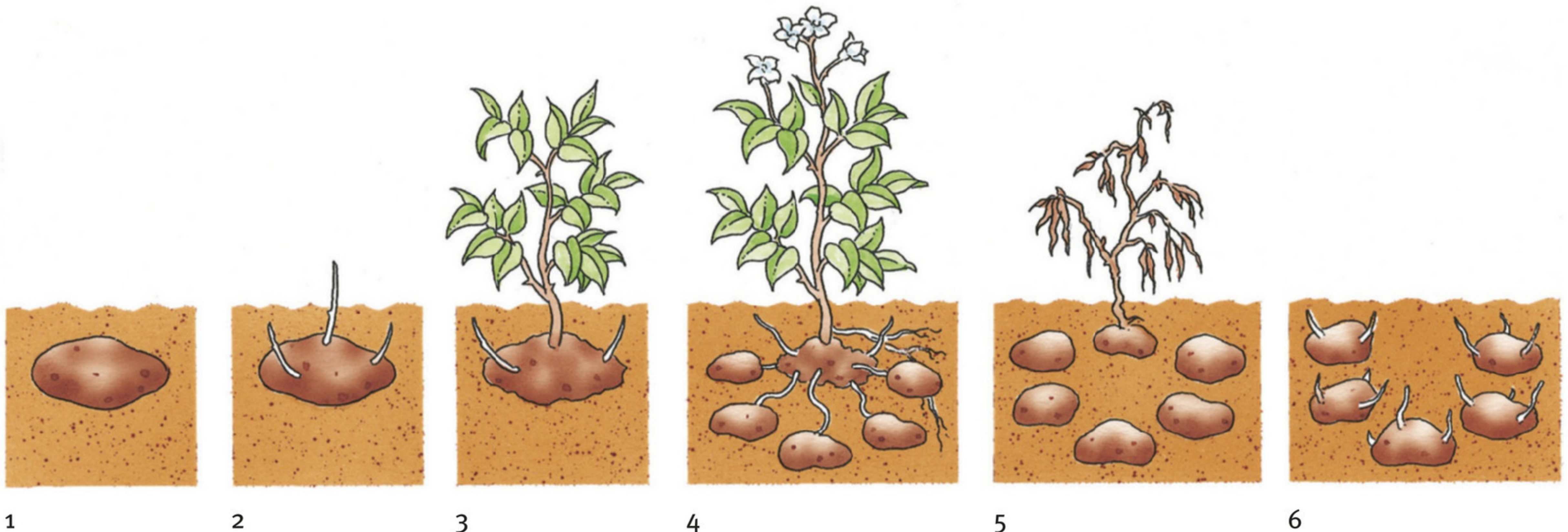
2 Zet dit stukje stengel in een potje met water. Het stengeltje gaat dan wortels vormen.



3 Als de wortels groot genoeg zijn, zet je het stengeltje in een bloempot met potgrond.

Bij aardappelplanten vindt ongeslachtelijke voortplanting plaats door middel van **knollen** (aardappelen). Een knol is een verdikte stengel die veel reservevoedsel bevat. Uit de knol groeit een aardappelplant. De aardappelplant vormt nieuwe knollen, waaruit nieuwe aardappelplanten kunnen ontstaan (zie afbeelding 30).

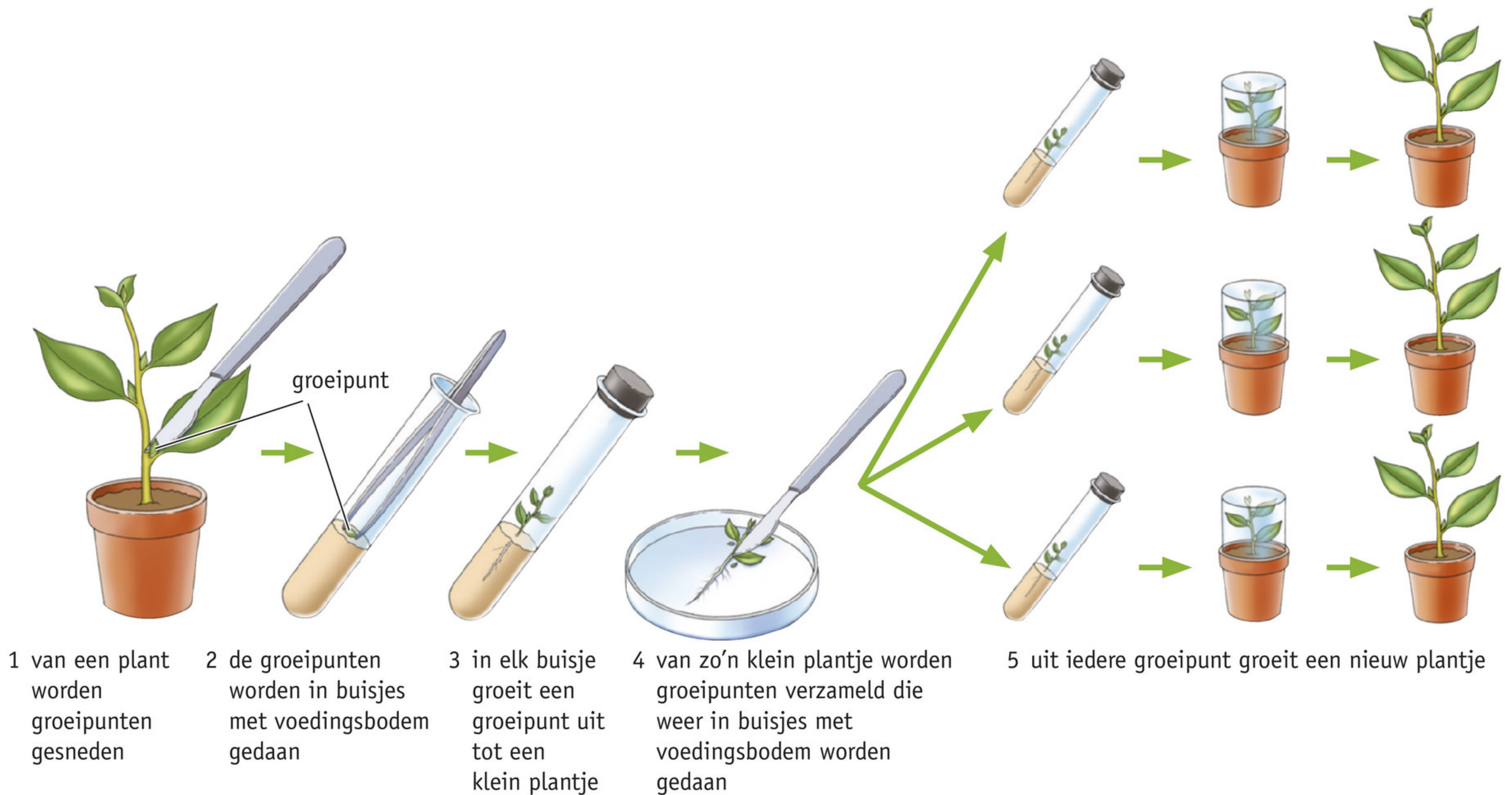
▼ **Afb. 30** Ongeslachtelijke voortplanting door knollen (bij een aardappel).



1 2 3 4 5 6

Een bijzondere manier van stekken is **weefselkweek**. Hierbij snijdt een kweker met een scherp mesje knoppen van een plant af. Zo'n afgesneden knop wordt **groeipunt** genoemd. De kweker doet de groeipunten in buisjes met een speciale voedingsbodem (zie afbeelding 31). De groeipunten groeien dan uit tot kleine plantjes. Door weefselkweek kunnen binnen een jaar uit één plant meer dan vijftigduizend nieuwe planten worden gemaakt.

▼ **Afb. 31** Het verloop van een weefselkweek (schematisch).



Ongeslachtelijke voortplanting vindt plaats door middel van gewone celdelingen. Na een gewone celdeling bevatten de beide dochtercellen hetzelfde genotype als de moedercel. De nakomelingen hebben dan ook allemaal hetzelfde genotype als de ouderplant. Dat wil niet zeggen dat alle nakomelingen ook hetzelfde fenotype hebben. Dit komt doordat de milieuomstandigheden waaronder de nakomelingen groeien, vrijwel nooit precies gelijk zijn.

WB OPDRACHT 48 T/M 56 BLZ. 126

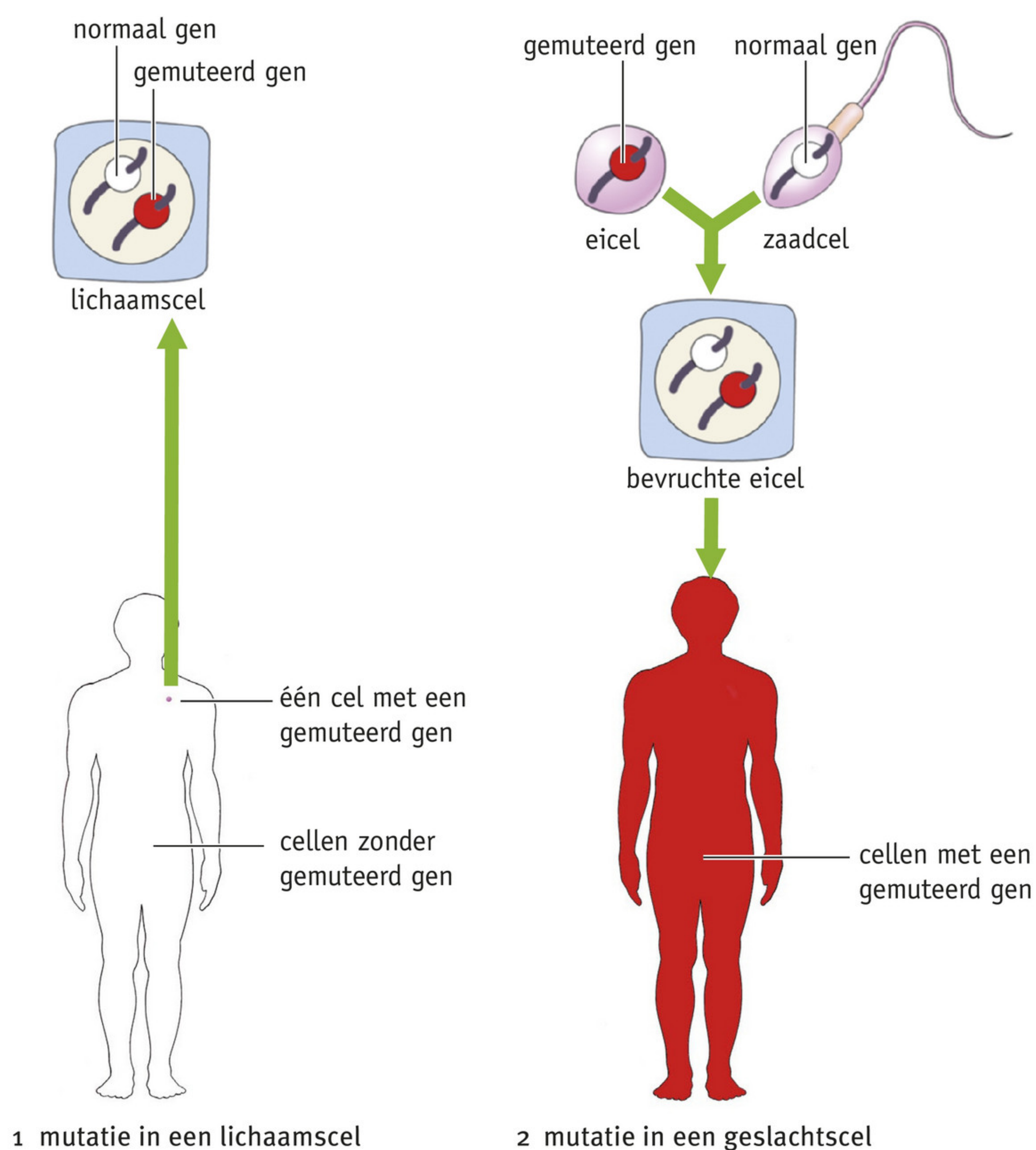
7 Mutaties

Bij elke gewone celdeling wordt het genotype van de moedercel doorgegeven aan de dochtercellen. Het genotype verandert niet tijdens de celdeling. Maar soms gaat het mis en raakt een chromosoom beschadigd. Door zo'n beschadiging kunnen er een of meer genen veranderen.

MUTATIE

Een plotselinge verandering van het genotype noemen we een **mutatie**. De veranderde genen zijn **gemuteerd**. Mutaties kunnen in elke cel plaatsvinden. Meestal heeft een mutatie geen gevolgen. Als in een bepaalde lichaamscel een mutatie optreedt, verandert het genotype in de andere lichaamscellen niet. Maar als een gemuteerd gen in een geslachtscel voorkomt, kan dit wel gevolgen hebben. Als deze geslachtscel bij bevruchting met een andere geslachtscel versmelt, komt het gemuteerde gen terecht in de bevruchte eicel. Uit de bevruchte eicel ontwikkelt zich een nakomeling die in elke lichaamscel het gemuteerde gen heeft (zie afbeelding 32).

► **Afb. 32** De invloed van een mutatie (schematisch).



▼ Afb. 33 Albinisme.



Mutaties kunnen ook grote gevolgen hebben als ze plaatsvinden tijdens de ontwikkeling van een embryo. Een cel van een embryo met een gemuteerd gen deelt zich heel vaak. Uit die cel ontstaat een groot aantal lichaamscellen die allemaal het gemuteerde gen bezitten.

Een individu van wie een gemuteerd gen in het fenotype tot uitdrukking komt, heet een **mutant**. Een voorbeeld hiervan is een albino. Bij een **albino** maakt het lichaam geen pigment, waardoor de kleur van de huid of vacht erg bleek is. Albinisme komt bij mensen en bij dieren voor (zie afbeelding 33).

MUTAGENE INVLOEDEN

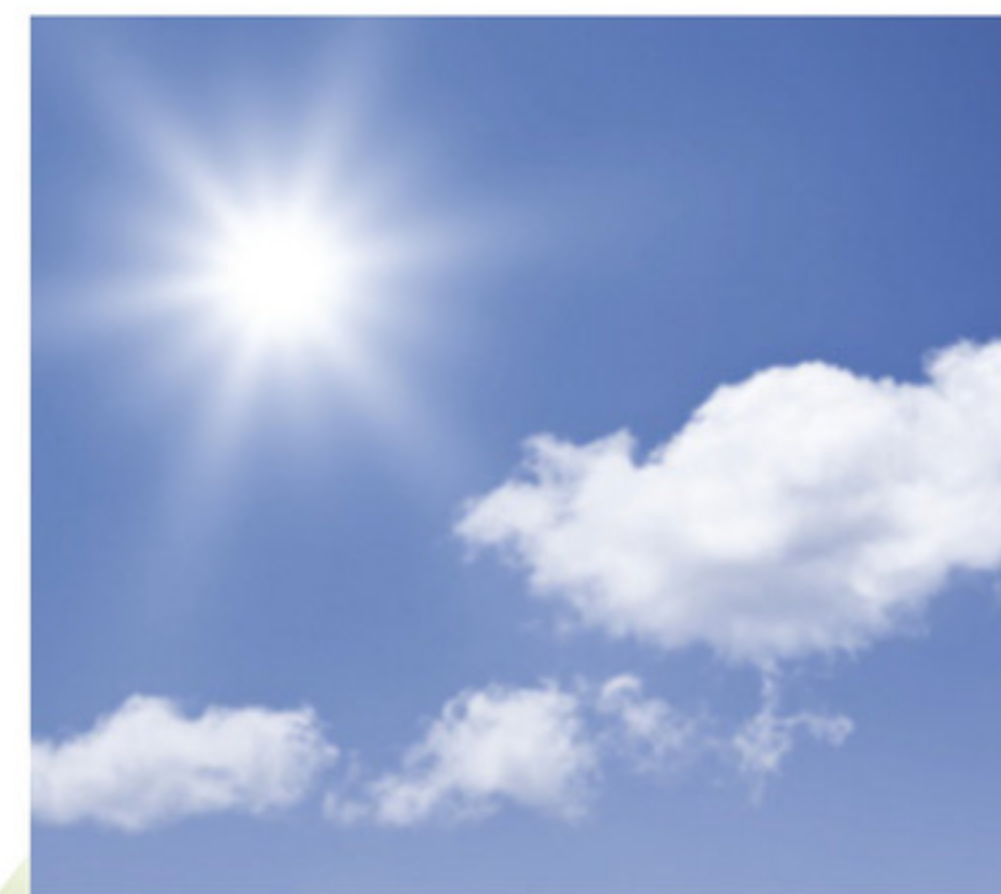
Mutaties kunnen spontaan plaatsvinden, maar dat gebeurt niet vaak.

Mutaties worden meestal veroorzaakt door bepaalde soorten straling, zoals radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling. Ze kunnen ook ontstaan door bepaalde chemische stoffen, zoals stoffen in sigarettenrook of asbest. Die straling en chemische stoffen noem je **mutagene invloeden** (zie afbeelding 34).

► Afb. 34 Mutagene invloeden.



asbeststof



uv-straling



sigarettenrook

röntgen- en
radioactieve straling

▼ Afb. 35

Tibetanen overleven grote hoogtes door mutatie

Bergbeklimmers weten het uit ervaring: hoog in de bergen snak je naar adem. In het laaggelegen Nederland zit genoeg zuurstof in de lucht, maar in het hooggebergte niet. Daardoor krijg je daar moeite met ademen. Je lichaam reageert daarop door extra rode bloedcellen te maken. Door die extra rode bloedcellen haalt je lichaam toch genoeg zuurstof uit de lucht. Maar de rode bloedcellen maken het bloed dik, waardoor de kans op een hartaanval toeneemt.

Voor de bevolking van Tibet geldt dat niet. Zij krijgen genoeg zuurstof op het Tibetaans Hoogland, waar het gemiddeld 4500 m hoog is. Ongeveer achtduizend jaar geleden is een klein deel van hun DNA veranderd door een mutatie. Mensen met het gemuteerde gen nemen genoeg zuurstof op in het bloed. Hun lichaam hoeft daarvoor geen extra rode bloedcellen te maken. Hierdoor krijgen zij minder snel een hartaanval.

Röntgenstraling verhoogt het aantal mutaties. Daarom maken artsen zo weinig mogelijk röntgenfoto's van patiënten. Als ze toch röntgenfoto's moeten maken, zorgen ze dat er zo min mogelijk straling op de geslachtsorganen komt.

KANKER

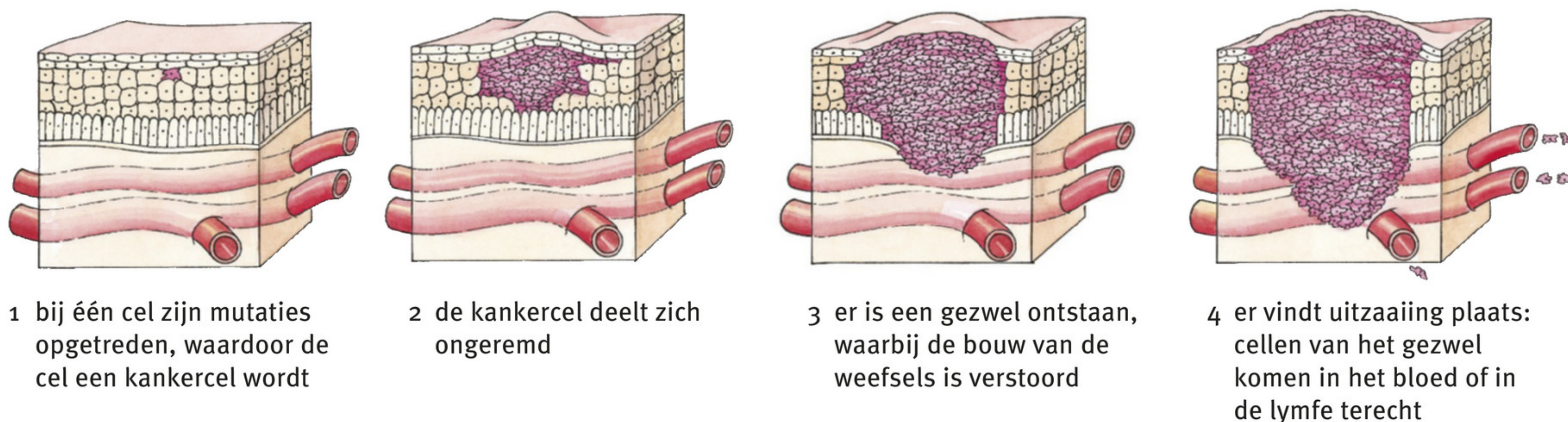
De snelheid waarmee cellen zich delen, is nauwkeurig geregeld. Maar soms delen cellen zich snel en ongeremd. Er ontstaat dan een **gezwel (tumor)**. Een **goedaardig gezwel** groeit langzaam en verstoort de bouw van de weefsels niet. Als het gezwel te groot wordt, kan het operatief worden weggehaald.

Bij **kanker** ontstaat ergens in het lichaam een **kwaadaardig gezwel**. Zo'n gezwel is waarschijnlijk het gevolg van mutaties in de genen van een cel. De cellen waaruit een gezwel bestaat, delen zich net zo als de cellen uit gezond weefsel. In gezond weefsel is het aantal nieuwe cellen net voldoende om de cellen die afsterven te vervangen. In een kwaadaardig gezwel is het aantal nieuwe cellen groter dan het aantal cellen dat afsterft. Daardoor wordt een kwaadaardig gezwel steeds groter. Een kwaadaardig gezwel verstoort de bouw van het gezonde weefsel (zie afbeelding 36).

De meeste kankerpatiënten sterven aan **uitzaaiing (metastase)**. Cellen van het eerste gezwel zijn dan terechtgekomen in het bloed of in de lymfe (zie afbeelding 36.4). Deze cellen worden meegevoerd en komen in andere lichaamsdelen terecht. Daar kunnen ze zich opnieuw gaan delen. Er ontstaan dan nieuwe gezwellen op andere plaatsen in het lichaam.

WB OPDRACHT 57 T/M 64 BLZ. 129

▼ **Afb. 36** Het ontstaan van kanker (schematisch).



▼ **Afb. 37**

Eén op de zes Nederlanders krijgt huidkanker

Zon, zee en strand. Veel mensen genieten ervan, maar er is wel een risico. Door te veel uv-straling, bijvoorbeeld door zonnebaden, kun je huidkanker krijgen. Waarschijnlijk overkomt dit één op de driehonderd Nederlanders. Dat zijn heel veel mensen. Als je een lichte huid hebt, loop je meer kans op huidkanker dan als je

een donkere huid hebt. Door de vergrijzing neemt het aantal mensen met huidkanker toe. Veel ouderen zijn vroeger langdurig in de zon geweest zonder zich te beschermen tegen de straling. Toen zij jong waren, waren de gevaren van zonnebaden nog niet bekend.

8

Erfelijkheidsonderzoek

De meeste kinderen worden gezond geboren. Helaas zijn er ook kinderen die een aangeboren ziekte of afwijking hebben. Sommige daarvan zijn erfelijk. Een erfelijkheidsonderzoeker kan aan de chromosomen van iemand zien of deze persoon een gen bezit voor zo'n erfelijke ziekte. Dat is belangrijk voor toekomstige ouders die ziek zijn, maar ook voor gezonde mensen bij wie een bepaalde ziekte in de familie voorkomt (zie afbeelding 38).

▼ Afb. 38

Leef jij gezond?

Niemand wil ziek worden, maar gezond blijven gaat niet vanzelf. Daar moet je wat voor doen. Veel tijdschriften en tv-programma's geven advies over gezond leven. Maar je kunt niet alle aandoeningen voorkomen. Van duizenden aandoeningen is inmiddels bekend dat ze erfelijk zijn. Sommige erfelijke afwijkingen of ziekten komen altijd tot uiting in het fenotype, albinisme bijvoorbeeld of taaislijmziekte (de vorming van dik, taai slijm in de luchtwegen). Maar er zijn ook aandoeningen die voor

een deel erfelijk zijn. Of je zo'n aandoening krijgt, hangt ook af van je manier van leven. Als een van je ouders een hart- of vaatziekte heeft, heb je een verhoogde kans op hart- en vaatziekten. Dit geldt ook voor bijvoorbeeld diabetes en sommige soorten kanker. Maar als je bijvoorbeeld gezond eet, veel beweegt en niet rookt, wordt de kans op hart- en vaatziekten kleiner. Daarom kan het belangrijk zijn te weten of in je familie bepaalde aandoeningen voorkomen.

GENETISCH ADVIES

De meeste genen voor erfelijke ziekten zijn recessief. Iemand die heterozygoot voor een erfelijke ziekte is, is vaak niet ziek. Hij heeft echter wel het gen waarmee de ziekte kan worden doorgegeven aan zijn kinderen. Hij is dan **drager** van dit gen. Als een man en een vrouw drager zijn van een erfelijke ziekte, dan is er 25% kans dat hun kind die erfelijke ziekte heeft. Als er in je familie een erfelijke ziekte voorkomt, dan heb je kans dat je een recessief gen voor deze ziekte bezit. Het is dan verstandig om **genetisch advies** in te winnen. Een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt dan hoe groot de kans is dat je kinderen krijgt met een erfelijke ziekte of afwijking. Het DNA van verschillende familieleden wordt onderzocht. De onderzoeker kijkt daarbij of een gen voor een erfelijke afwijking op het DNA voorkomt. In afbeelding 39 zie je een onderzoek naar de aanwezigheid van zo'n gen. Toekomstige ouders kunnen aan de hand van het genetisch advies beslissen over een eventuele zwangerschap. Ook als de vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad, is het verstandig genetisch advies in te winnen.

▼ Afb. 39 Onderzoek naar een afwijking in de genen.



PRENATAAL ONDERZOEK

Bij embryo's en foetussen kan ook erfelijkheidsonderzoek worden gedaan. Hiermee kun je al vóór de geboorte van een kind eventuele ziekten of afwijkingen vaststellen. Erfelijkheidsonderzoek kan onder andere met behulp van echoscopie, een vlokkentest of een vruchtwaterpunctie gebeuren. Deze vormen van onderzoek worden **prenataal onderzoek** genoemd. Prenataal betekent vóór de geboorte.

Bij **echoscopie** controleert een arts of een echografist de groei en de ligging van het ongeboren kind met behulp van een **echoscoop**. Dit apparaat zendt een geluid uit dat zo hoog is dat je het niet kunt horen. Dit geluid wordt in het lichaam teruggekaatst en weer door de echoscoop opgevangen. Een computer zet het teruggekaatste geluid om in televisiebeelden (zie afbeelding 40). Een arts of een echografist bekijkt de televisiebeelden en controleert of het kind zich goed ontwikkelt. Als de voortplantingsorganen al tot ontwikkeling zijn gekomen, kun je ook zien of het ongeboren kind een jongetje of een meisje is. De televisiebeelden kunnen ook op een foto worden vastgelegd.

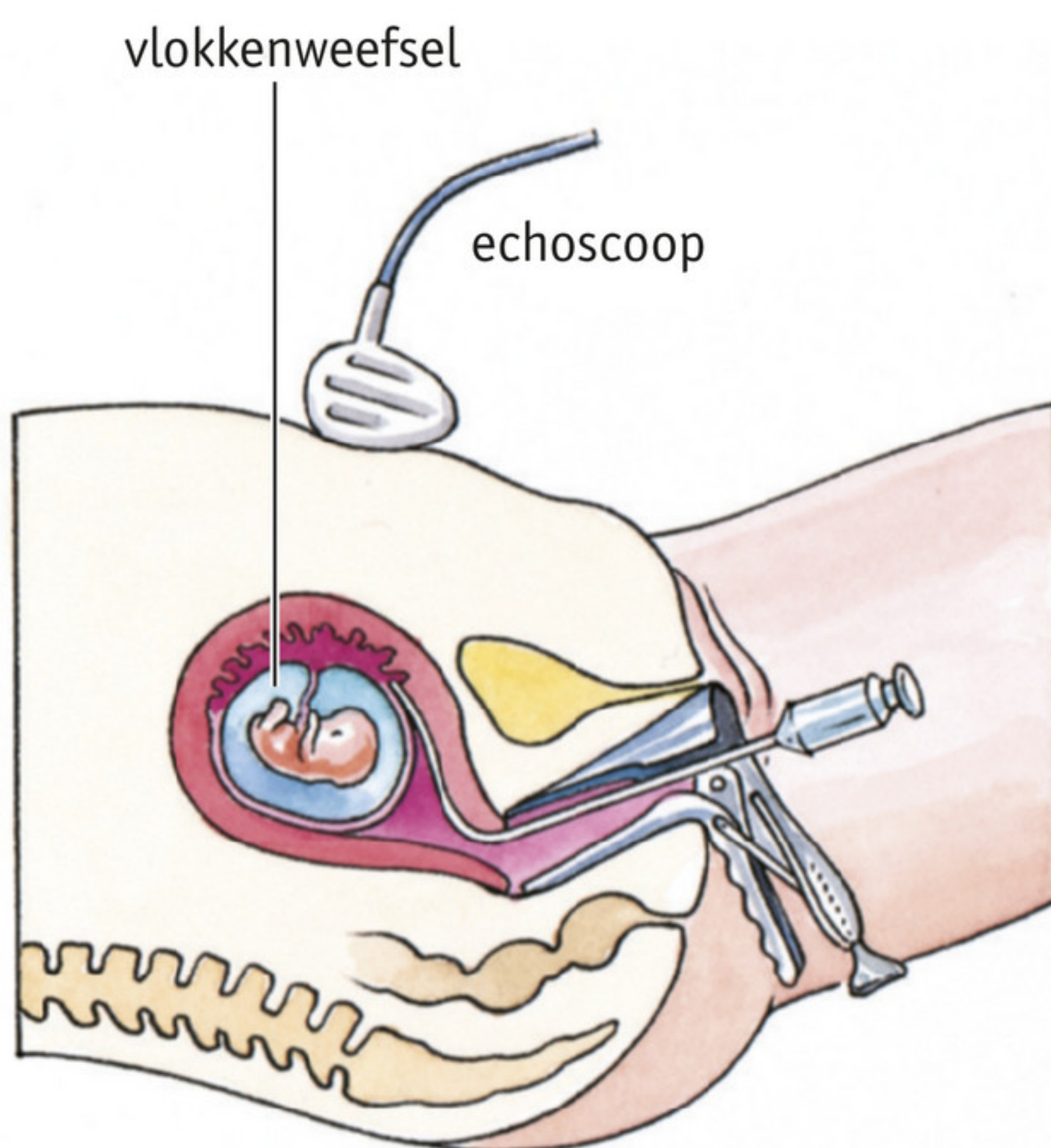
► **Afb. 40** Echoscopie bij een zwangere vrouw.



Vanaf de achtste week van de zwangerschap kan een **vlokkentest** worden gedaan. Hierbij wordt een klein beetje weefsel uit de placenta gehaald (zie afbeelding 41). Dit weefsel bevat cellen die afkomstig zijn van het embryo. Door de chromosomen van deze cellen te bestuderen, kun je eventuele afwijkingen opsporen. Een voorbeeld van zo'n afwijking is het **syndroom van Down** (zie afbeelding 42).

Met een vlokkentest kun je ook vaststellen welke geslachtschromosomen een embryo heeft. Zo kun je het geslacht van een embryo bepalen, voordat de voortplantingsorganen zich hebben ontwikkeld.

▼ **Afb. 41** Erfelijkheidsonderzoek door een vlokkentest (schematisch).



1



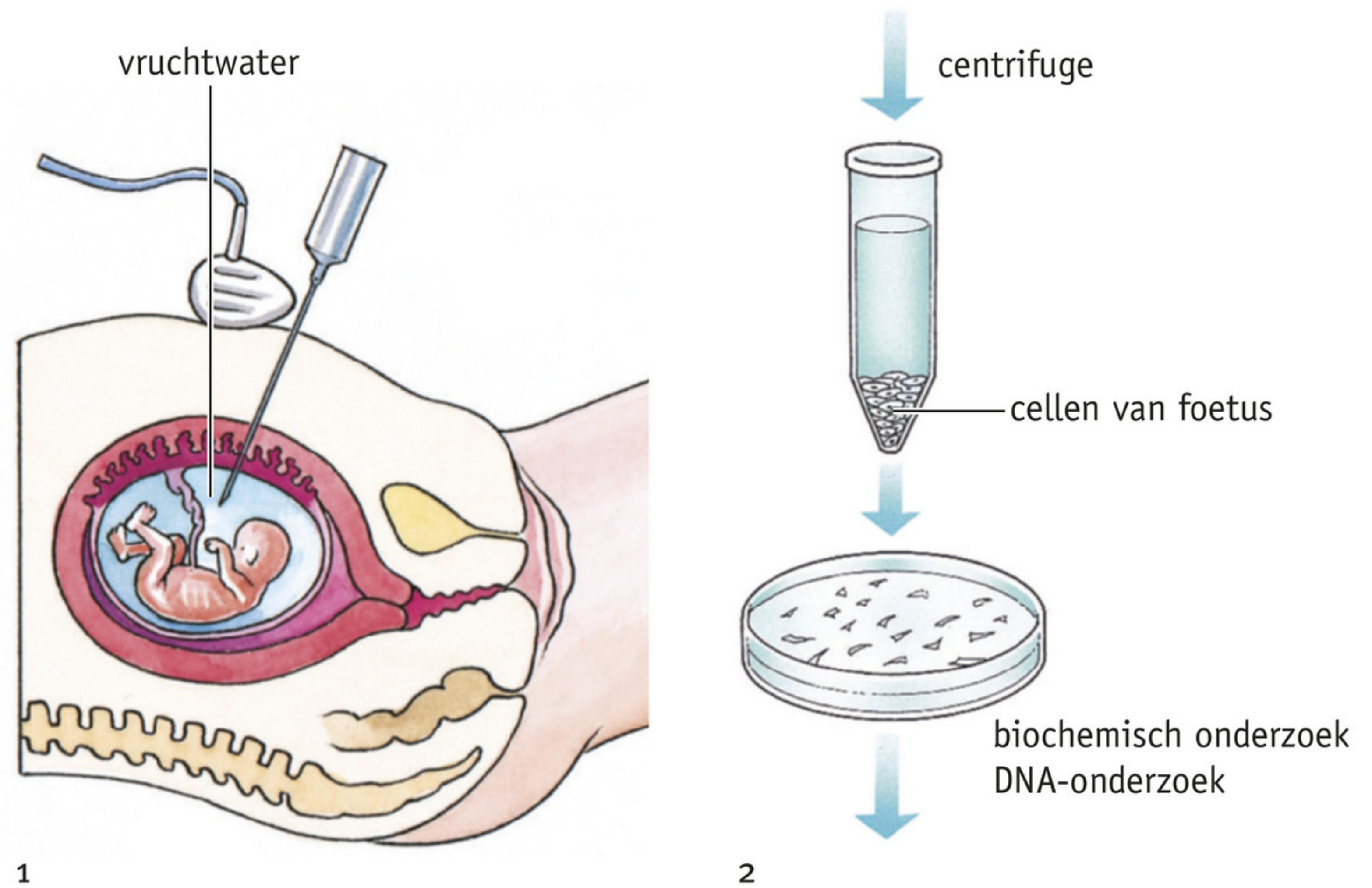
2

▼ **Afb. 42** Syndroom van Down.



Bij een **vruchtwaterpunctie** wordt via de buikwand en de wand van de baarmoeder wat vruchtwater weggezogen (zie afbeelding 43). In dit vruchtwater bevinden zich cellen van de foetus. De chromosomen uit deze cellen worden onderzocht. Een vruchtwaterpunctie is mogelijk vanaf de zestiende week van de zwangerschap.

► **Afb. 43** Erfelijkheidsonderzoek door een vruchtwaterpunctie (schematisch).

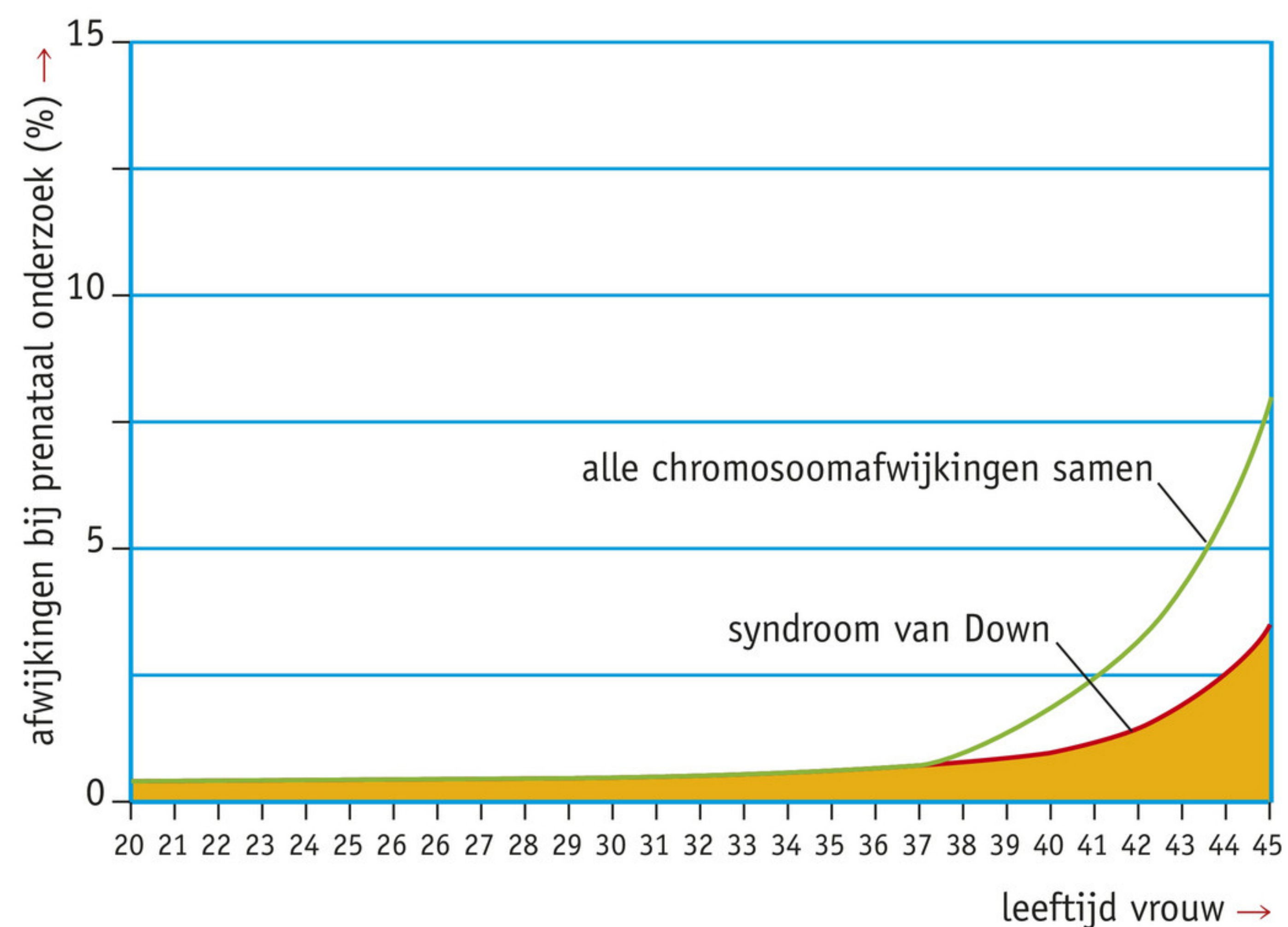


Het uitvoeren van een vlokkentest of vruchtwaterpunctie is niet helemaal zonder gevaar. De kans op een miskraam wordt iets groter. Daarom worden deze onderzoeken alleen gedaan als de kans op een kind met een ernstige ziekte of afwijking groter is dan normaal. Die kans wordt groter als een vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad of als er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt.

Ook als een vrouw 36 jaar of ouder is, neemt de kans toe dat ze een kind krijgt met een afwijking (zie afbeelding 44). Als blijkt dat een ongeborn kind een ernstige ziekte of afwijking heeft, kunnen de ouders in overleg met de arts en andere hulpverleners beslissen om tot **abortus** over te gaan.

WB OPDRACHT 65 T/M 70 BLZ. 133

► **Afb. 44** Hoe ouder de moeder is, hoe groter de kans is op een kind met een afwijking.



9 Biotechnologie

▼ **Afb. 45** Voedingsmiddelen waarbij biotechnologie wordt toegepast.



▼ **Afb. 46**

Of je nu een bord pasta, een biefstuk of een broodje gezond eet, je krijgt elke dag plantaardige en dierlijke voedingsstoffen binnen. En als je ziek bent, gebruik je geneesmiddelen. Al eeuwenlang gebruiken mensen de planten en dieren om hen heen voor de productie van voedingsmiddelen, smaakstoffen, geneesmiddelen en hormonen. De gewenste stoffen zitten al in de organismen die we daarvoor gebruiken. Soms werd en wordt veredeling gebruikt om gewenste eigenschappen te verbeteren. **Biotechnologie** is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te maken voor de mens (zie afbeelding 45).

GENETISCHE MODIFICATIE

Tegenwoordig kunnen erfelijke eigenschappen van een organisme met behulp van diverse technieken worden veranderd. Deze technieken heten **recombinant-DNA-technieken**. Met recombinant-DNA-technieken kun je genen met positieve eigenschappen van de ene soort toevoegen aan het DNA van een andere soort. Zo zijn er bijvoorbeeld landbouwgewassen gemaakt die bestand zijn tegen onkruid- of insectenbestrijdingsmiddelen. Door dezelfde technieken bestaan er nu schimmels, bacteriën en gisten die vitaminen, enzymen of medicijnen kunnen maken. **Insuline** is een voorbeeld van een medicijn dat dankzij deze technieken door bacteriën wordt gemaakt. Gezonde mensen maken insuline in hun eigen lichaam. Mensen die diabetes hebben, gebruiken insuline om het suikergehalte van hun bloed te regelen.

Geen dag zonder genetische modificatie

Jeffrey is 15 jaar en zit op het vmbo. Hij houdt van kleding en ziet er graag modern en goed verzorgd uit. Vandaag doet hij zijn nieuwe stonewashed spijkerbroek aan naar school. Vroeger kregen spijkerbroeken een stonewashed uiterlijk door ze samen met puimsteen te wassen in een grote wasmachine. Tegenwoordig geven fabrikanten hun broeken hiervoor een behandeling met het enzym cellulase. Cellulase wordt gemaakt door genetisch gemodificeerde bacteriën.

Bij het ontbijt eet Jeffrey twee boterhammen met kaas en drinkt hij een glas vruchtensap. Bij de bereiding van vruchtensap wordt het enzym pectinase gebruikt. Dit enzym wordt gemaakt door een genetisch gemodificeerde schimmel. Pectinase breekt een deel van de celwanden in de vruchten af, waardoor de vruchten meer sap opleveren.

Als Jeffrey naar school gaat, neemt hij een appel mee voor in de pauze. Op de zak staat dat er bijna geen

bestrijdingsmiddelen zijn gebruikt bij de teelt van de appels. Dat kan doordat een gen uit gerst is ingebracht in het genotype van de appelboom. Het gen bevat de informatie voor de productie van een stof die de gerst beschermt tegen schimmels. De genetisch gemodificeerde appelbomen blijken door deze stof veel beter bestand te zijn tegen aantasting door schurft.

Jeffrey heeft diabetes. Hij moet zichzelf daarom regelmatig insuline toedienen. Die stof regelt het suikergehalte van het bloed. Bij gezonde mensen maakt het lichaam die stof zelf, maar Jeffrey maakt veel te weinig insuline aan. Vroeger werd insuline gebruikt uit het lichaam van varkens. Tegenwoordig wordt de insuline gemaakt door bacteriën. Het DNA van deze bacteriën is aangepast door recombinant-DNA-techniek.

Zonder genetische modificatie zou Jeffrey's dag er heel anders uitzien.

- ▼ **Afb. 47** Sommige voedingsmiddelen bevatten genetisch gemodificeerde soja.



Met recombinant-DNA-technieken kunnen allerlei erfelijke eigenschappen bij organismen worden 'aangebracht'. Met deze technieken verandert de mens naar eigen inzicht het genotype van andere soorten organismen. Dit heet ook wel **genetische modificatie** (zie afbeelding 46). Een genetisch gemodificeerd organisme noem je **transgeen**. Meestal zijn het micro-organismen die genetisch worden gemodificeerd, maar soms ook planten of dieren. Genetisch gemodificeerde organismen worden gebruikt in de gezondheidszorg, de landbouw, de industrie en het milieu.

VOOR- EN TEGENSTANDERS VAN GENETISCHE MODIFICATIE

Sommige mensen zijn voorstander van genetische modificatie. Ze vinden dat veel producten door genetische modificatie goedkoper en beter kunnen worden geproduceerd (zie afbeelding 47). Ook vinden ze dat genetische modificatie kan helpen belangrijke problemen op te lossen. Door genetische modificatie kan de opbrengst van landbouwgewassen hoger worden, waardoor er minder honger in de wereld hoeft te zijn. Daarnaast kun je sommige gewassen milieuvriendelijker produceren en sommige ziekten beter behandelen.

Andere mensen zijn tegenstander van genetische modificatie. Ze hebben daar verschillende argumenten voor. Ze vinden bijvoorbeeld dat de mens niet het recht heeft de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen naar eigen inzicht te veranderen. Of ze keuren het af dat er door genetische modificatie allerlei nieuwe soorten organismen worden 'gemaakt'. Sommige mensen zijn bang dat organismen die genetisch zijn gemodificeerd, in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken (zie ook afbeelding 48).

- ▼ **Afb. 48**

De gloeivis

Guppy's, zwaarddraggers en zebravisjes zijn vissen die goed passen in een tropisch aquarium. Sinds enige jaren bestaat er een bijzonder zebravisje: de gloeivis. Onderzoekers uit Singapore hebben deze visjes een gen gegeven uit een zeeanemoon. Dankzij dit gen worden de vissen prachtig felrood als je ze verlicht met een uv-lamp. Het is mooi om te zien, maar het mag niet. In Europa is het verboden om genetisch gemodificeerde dieren in te voeren. Daar moet eerst een vergunning voor worden aangevraagd.

In het wild kom je gloeivisjes niet snel tegen. Daar overleven ze minder goed dan andere zebravisjes, doordat ze te weinig jongen krijgen.



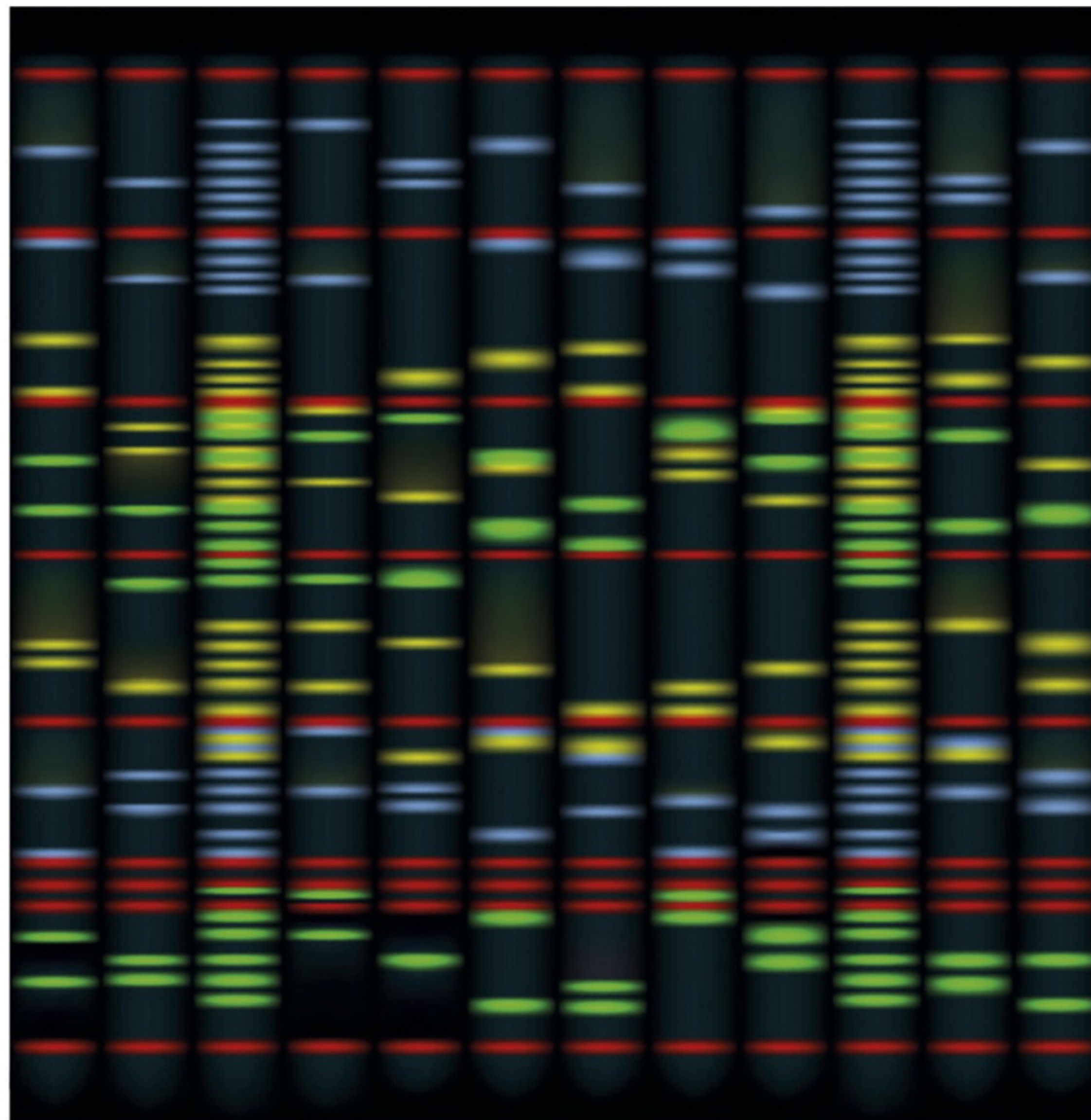
gloeivissen

MISDAADBESTRIJDING

Kennis van biotechnologie en DNA is ook handig bij het oplossen van misdaden. Elk mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Je kunt dat vergelijken met een vingerafdruk, die ook voor elk mens uniek is. Als op de plaats van een misdrijf bijvoorbeeld huidschilfers, haren, sperma of bloedsporen worden gevonden, kan het DNA uit de cellen hiervan worden onderzocht. DNA-sporen geven informatie over het geslacht, de oogkleur, de huidskleur en de haarkleur van de vermoedelijke dader.

Bovendien kun je met bepaalde technieken het DNA zichtbaar maken als een patroon van strepen en banden. Dit patroon kun je dan vergelijken met de patronen van de verdachten van het misdrijf (zie afbeelding 49). Zo kun je uit een groep verdachten de werkelijke dader ontmaskeren.

► **Afb. 49** DNA-patroon.



Een DNA-test wordt ook gebruikt om verwantschap tussen mensen aan te tonen. Het DNA-patroon van een kind vertoont veel overeenkomsten met dat van de vader en van de moeder.

WB OPDRACHT 71 T/M 76 BLZ. 136

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt omschrijven wat een genotype, wat een fenotype en wat een gen is.

- Genotype: de informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
 - Deze informatie ligt in de chromosomen in de kern van elke lichaamscel.
 - Het genotype bestaat uit alle genen die in een celkern aanwezig zijn.
- Fenotype: het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme.
 - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.
- Gen: een deel van een chromosoom met informatie voor één erfelijke eigenschap.
 - Een chromosoom bevat veel genen.
 - In lichaamscellen komen chromosomen in paren voor.
 - In lichaamscellen komen genen in paren voor.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt beschrijven hoe individuen informatie over erfelijke eigenschappen overdragen aan hun nakomelingen en welke rol chromosomen hierbij spelen.

- Het genotype van een organisme wordt bepaald op het moment van bevruchting.
 - Eicellen en zaadcellen ontstaan door reductiedeling.
 - In geslachtscellen komen chromosomen enkelvoudig voor.
 - In geslachtscellen komen genen enkelvoudig voor.
 - Bij de bevruchting vormen de chromosomen uit de zaadcel en de chromosomen uit de eicel weer chromosomenparen.
 - In een bevruchte eicel komen genen in paren voor.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt beschrijven hoe de geslachtschromosomen het geslacht van een mens bepalen.

- Bij de mens komen in een lichaamscel 23 paar chromosomen voor:
 - 22 paar 'gewone' chromosomen;
 - 1 paar geslachtschromosomen.
- Bij de mens komen in een geslachtscel 23 chromosomen voor:
 - 22 'gewone' chromosomen;
 - 1 geslachtschromosoom.

- De geslachtschromosomen bepalen of iemand een man of een vrouw is.
 - Ook beïnvloeden ze de gehalten aan mannelijke en vrouwelijke geslachtshormonen in het bloed.
- Bij een man (♂):
 - in een lichaamscel twee ongelijke geslachtschromosomen (XY);
 - in een zaadcel een X-chromosoom of een Y-chromosoom.
- Bij een vrouw (♀):
 - in een lichaamscel twee gelijke geslachtschromosomen (XX);
 - in een eicel een X-chromosoom.
- Het geslacht van een mens wordt bepaald op het moment van bevruchting. De zaadcel bepaalt het geslacht:
 - een meisje ontstaat als een eicel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een X-chromosoom;
 - een jongen ontstaat als een eicel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een Y-chromosoom.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen.

- Homozygoot: het genenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke genen.
- Heterozygoot: het genenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke genen.
- Dominant gen: een gen dat altijd tot uiting komt in het uiterlijk.
 - Een dominant gen wordt aangegeven met een hoofdletter.
 - Organismen waarbij een dominant gen in het uiterlijk tot uiting komt, kunnen homozygoot of heterozygoot voor deze eigenschap zijn.
- Recessief gen: een gen dat alleen tot uiting komt in het uiterlijk als er geen dominant gen aanwezig is.
 - Een recessief gen wordt aangegeven met een kleine letter.
 - Organismen waarbij een recessief gen in het fenotype tot uiting komt, zijn homozygoot voor deze eigenschap.
- Wanneer geen van beide genen van een ongelijk genenpaar recessief is, heeft het organisme een intermediair fenotype voor deze eigenschap. Beide genen van het genenpaar komen dan even sterk tot uiting in het fenotype.

- Een homozygoot organisme wordt dan bijv. weergegeven als $A_r A_r$ = rood of $A_w A_w$ = wit. Een heterozygoot organisme wordt dan weergegeven als $A_r A_w$ = roze.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Je kunt een kruisingsschema opstellen.

- In een kruisingsschema worden de generaties aangegeven met letters:
 - P: de ouders;
 - F_1 : de eerste generatie nakomelingen;
 - F_2 : de generatie nakomelingen die ontstaat door onderling voortplanten van F_1 -individuen.
- Het opstellen van een kruisingsschema.
 - Bedenk wat de fenotypen en genotypen van de ouders zijn.
 - Bedenk welke genen in de geslachtscellen van de ouders kunnen voorkomen.
 - Stel vast welke genotypen en fenotypen de nakomelingen kunnen hebben.
 - Stel vast welke genotypen en fenotypen de dieren in de F_2 kunnen hebben.
- Kruisingsschema (bij dominante en recessieve genen):

- P $AA \times aa$
- geslachtscellen A a
- F_1 Aa
- geslachtscellen Aa $\times$ Aa
- F_2 A of a A of a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

- Verhouding van genotypen in de F_2 : $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$.
- Verhouding van fenotypen in de F_2 : fenotype waarbij het dominante gen tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve gen tot uiting komt = 3 : 1.
- Kruisingsschema wanneer beide genen van een genenpaar even sterk tot uiting komen in het fenotype:

- P $A_r A_r \times A_w A_w$
- geslachtscellen $A_r A_w$
- F_1 $A_r A_w \times A_r A_w$
- geslachtscellen A_r of A_w A_r of A_w
- F_2

	A_r	A_w
A_r	$A_r A_r$	$A_r A_w$
A_w	$A_r A_w$	$A_w A_w$

- Verhouding van genotypen in de F_2 : $A_r A_r : A_r A_w : A_w A_w = 1 : 2 : 1$.
- Verhouding van fenotypen in de F_2 , bijv. $A_r A_r$ = rood, $A_r A_w$ = roze, $A_w A_w$ = wit: rood : roze : wit = 1 : 2 : 1.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

- P: $Aa \times aa$.
 - Verhouding van genotypen in de F_1 : $Aa : aa = 1 : 1$.
 - Verhouding van fenotypen in de F_1 : fenotype waarbij het dominante gen tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve gen tot uiting komt = 1 : 1.
- P: $Aa \times Aa$.
 - Verhouding van genotypen in de F_1 : $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$.
 - Verhouding van fenotypen in de F_1 : fenotype waarbij het dominante gen tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve gen tot uiting komt = 3 : 1.
- P: $A_r A_w \times A_w A_w$.
 - Verhouding van genotypen in de F_1 : $A_r A_w : A_w A_w = 1 : 1$.
 - Verhouding van fenotypen in de F_1 : fenotype waarbij beide genen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de genen tot uiting komt = 1 : 1.
- P: $A_r A_w \times A_r A_w$.
 - Verhouding van genotypen in de F_1 : $A_r A_r : A_r A_w : A_w A_w = 1 : 2 : 1$.
 - Verhouding van fenotypen in de F_1 : fenotype waarbij beide genen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de genen tot uiting komt = 1 : 1.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Je kunt uit een gegeven stamboom afleiden welke genotypen de individuen hebben, welk gen dominant is en welk gen recessief.

- Als twee ouders met gelijk fenotype een nakomeling krijgen met een afwijkend fenotype, zijn beide ouders heterozygoot voor deze eigenschap (Aa).
 - De nakomeling is dan homozygoot recessief voor deze eigenschap (aa).

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

Je kunt beschrijven wat geslachtelijke voortplanting, ongeslachtelijke voortplanting en veredeling is.

- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen.
 - Hierbij hebben de dochtercellen veel verschillende genotypen.
 - Welke geslachtscellen bij bevruchting versmelten, is afhankelijk van het toeval. Hierdoor ontstaan telkens nieuwe genotypen.
 - Bij geslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomeling(en) verschillend van dat van de ouder(s).
- Bij ongeslachtelijke voortplanting groeit een deel van een individu uit tot een nieuw individu.
 - Voorbeelden van ongeslachtelijke voortplanting zijn: stekken (bij kamerplanten), knollen (bij aardappelen), weefselkweek.
 - Groei vindt plaats door gewone celdeling. Hierbij hebben de dochtercellen hetzelfde genotype als de moedercel.
 - Bij ongeslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomeling(en) gelijk aan dat van de ouder(s).
- Veredeling: door kruisingen en kunstmatige selectie probeert men een combinatie van gunstige eigenschappen in één nakomeling te krijgen.
 - Kunstmatige selectie: van de nakomelingen worden alleen de individuen met de meest gunstige erfelijke eigenschappen gebruikt voor verdere kruisingen.
 - Bij landbouwgewassen wordt na de veredeling meestal alleen nog ongeslachtelijke voortplanting toegepast.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 7

Je kunt omschrijven wat een mutatie is en je kunt beschrijven hoe kanker ontstaat.

- Mutatie: een plotselinge verandering van het genotype.
 - Mutant: een individu van wie een gemuteerd gen tot uiting komt in het fenotype.
- Als een mutatie in een lichaamscel optreedt, heeft dit meestal geen gevolgen. Het genotype van de andere lichaamscellen blijft ongewijzigd.
- Als een mutatie in een geslachtscel optreedt, kan dit wel een grote uitwerking hebben.
 - Deze geslachtscel moet dan betrokken zijn bij bevruchting. Elke lichaamscel van de nakomeling bevat dan het gemuteerde gen.

- Mutagene invloeden verhogen het aantal mutaties:
 - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling in zonlicht);
 - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest).
- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich ongeremd delen.
 - Oorzaak: waarschijnlijk door opgetreden mutaties in deze cel.
 - Er ontstaat een gezwel en de bouw van het weefsel wordt verstoord.
 - In dit stadium is genezing nog mogelijk.
- Uitzaaiing: cellen van het eerste gezwel komen in het bloed of in de lymfe terecht.
 - Deze cellen veroorzaken in andere organen nieuwe gezwellen.
 - Door uitzaaiing wordt genezing heel moeilijk.

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 8

Je kunt situaties noemen waarin het verstandig is genetisch advies in te winnen. Ook kun je methoden van prenataal onderzoek beschrijven.

- Genetisch advies: een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of afwijking.
 - Man en vrouw kunnen daarna beslissen over een eventuele zwangerschap.
- Een genetisch advies vragen is verstandig voor iemand die tot een risicogroep behoort, bijv. als:
 - er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt;
 - een vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad.
- Prenataal onderzoek: vóór de geboorte wordt onderzocht of een kind een ziekte of afwijking heeft.
 - Echoscopie: door middel van onhoorbaar geluid wordt het embryo zichtbaar gemaakt op een scherm.
 - Vlokkentest: er wordt wat weefsel uit de placenta gehaald. Van cellen van het embryo worden de chromosomen onderzocht.
 - Vruchtwaterpunctie: er wordt wat vruchtwater met cellen van de foetus uit de baarmoeder gehaald. Hiervan worden de chromosomen onderzocht.
- Bij een ernstige ziekte of afwijking kunnen de ouders abortus overwegen.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 9

Je kunt voorbeelden van toepassingen van biotechnologie noemen.

- Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
 - Biotechnologie wordt toegepast bij de productie van voedingsmiddelen, geneesmiddelen en hormonen.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
 - Genetische modificatie vindt plaats door recombinant-DNA-technieken waarbij in het DNA van een organisme nieuwe erfelijke informatie wordt aangebracht (bijv. DNA afkomstig van een ander soort organisme).
 - Genetisch gemodificeerde organismen worden transgeen genoemd.
 - De veranderde organismen kunnen voor de mens nieuwe of goedkopere voedingsmiddelen, geneesmiddelen of hormonen produceren. Bijv.: bacteriën produceren het hormoon insuline, doordat het gen van de mens voor de productie van insuline in deze bacteriën is ingebracht.
- Misdaden oplossen en bestrijden met DNA-onderzoek.
 - Elk mens heeft zijn eigen, unieke DNA.
 - Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloed worden aangetroffen, wordt het DNA hieruit onderzocht.
 - Dit DNA wordt vergeleken met het DNA van verdachte personen.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geleerd chromosomen en genen in een cel schematisch weer te geven.
- Je hebt geoefend in het maken en aflezen van diagrammen en grafieken.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en brochures.
- Je hebt geleerd beslissingsmogelijkheden te bepalen bij erfelijke ziekten.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

Niet iedereen wordt even lang (zie afbeelding 50). Hoe lang je wordt, hangt ook af van je erfelijke aanleg.

- 1 De lichaamslengte wordt alleen bepaald door het genotype.

▼ **Afb. 50** Verschillende lengtes.



De volgende gegevens horen bij bewering 2 en 3. Bij de ziekte astma zijn de luchtwegen vernauwd, onder andere doordat spiercellen in de wand van de luchtwegen zich samentrekken. Astma is tevens erfelijk bepaald.

- 2 Bij iemand die aan astma lijdt, bevindt het erfelijke materiaal voor astma zich *alleen* in de spiercellen van de luchtwegen.
- 3 Bij iemand die aan astma lijdt, bevindt het erfelijke materiaal voor astma zich in *alle* chromosomen van de spiercellen van de luchtwegen.

De volgende gegevens horen bij bewering 4 en 5.

In afbeelding 51.1 zie je de larve van een dennensnuitkever. In afbeelding 51.2 zie je hetzelfde dier, enkele maanden later. De larve is een volwassen dier geworden.

- 4 De larve en het volwassen dier hebben hetzelfde fenotype.
- 5 De larve en het volwassen dier hebben hetzelfde genotype.

▼ **Afb. 51** Dennensnuitkever.



1 larve



2 volwassen kever

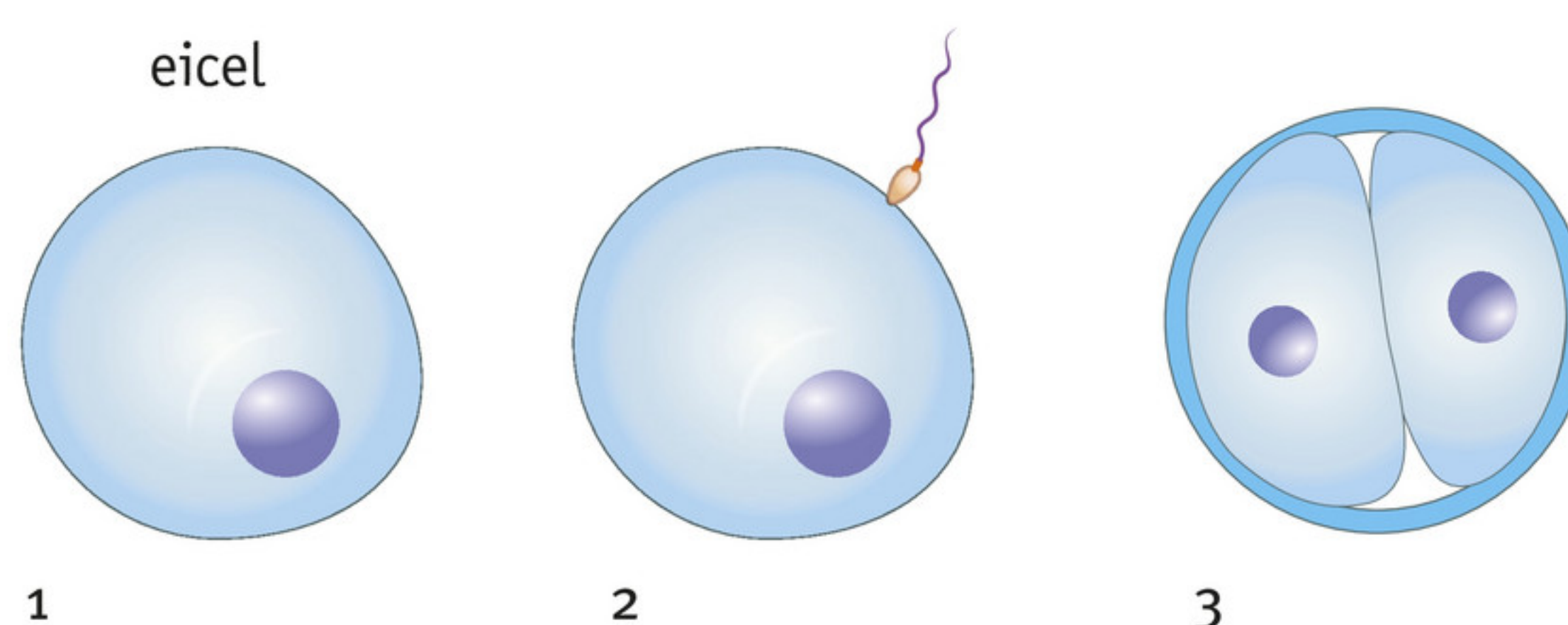
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

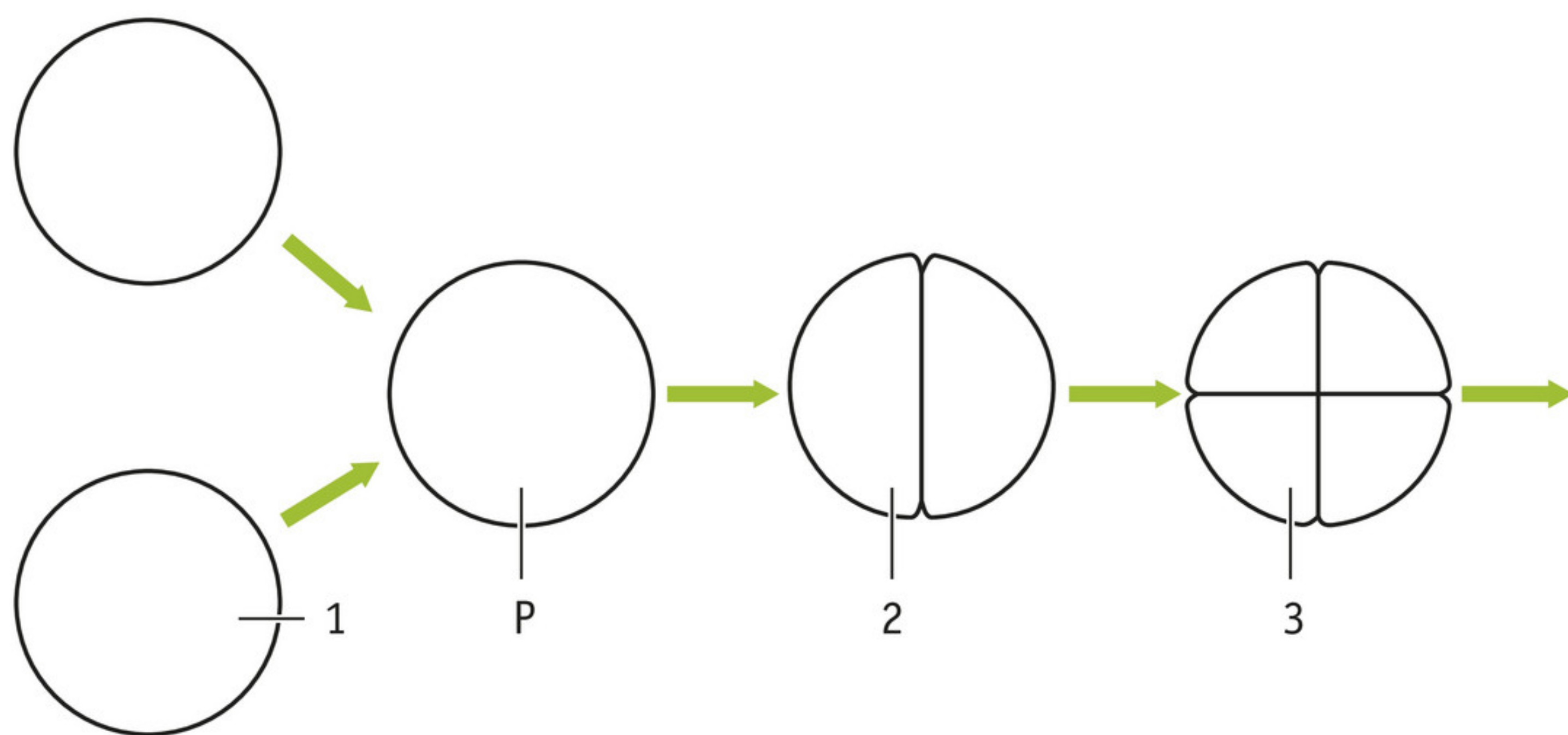
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In de celkern van een lichaamscel van een cavia komen 64 chromosomen voor.
In afbeelding 52 zie je drie stadia van een eicel tijdens zijn ontwikkeling tot embryo.
In welk stadium bevat de kern van de eicel 64 chromosomen?
A In stadium 1.
B In stadium 2.
C In stadium 3.

▼ **Afb. 52** Een eicel tijdens zijn ontwikkeling tot embryo.

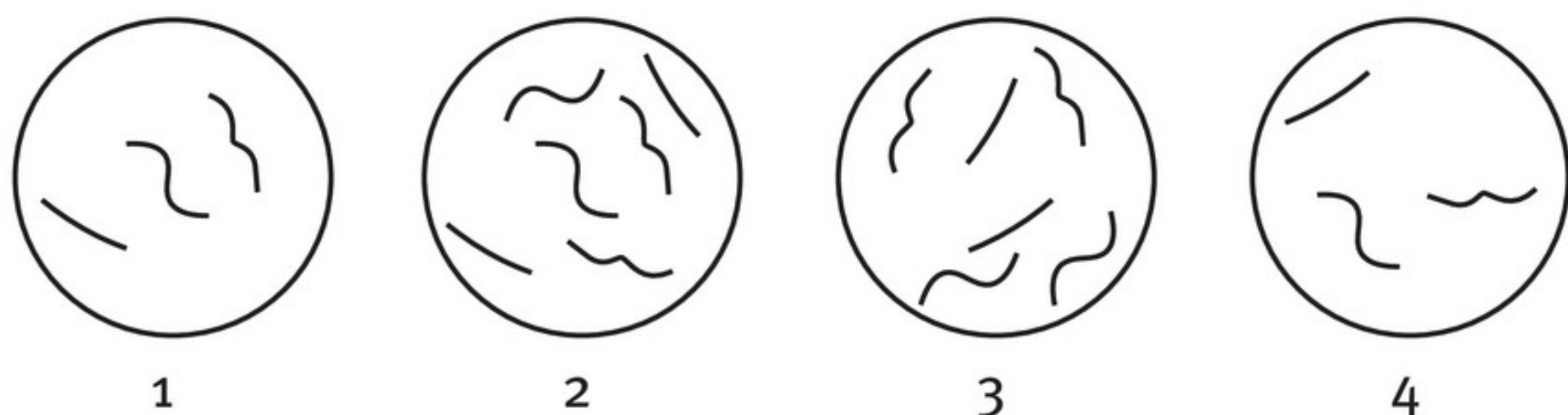


▼ **Afb. 53** Bevruchting en celdeling bij een muis.



- 2 In afbeelding 53 zie je de bevruchting en enkele celdelingen bij een muis. De kern van cel P bevat 40 chromosomen.
Hoeveel chromosomen bevat de kern van cel 1?
- A 20 chromosomen.
B 40 chromosomen.
C 80 chromosomen.
- 3 In afbeelding 54 zie je vier cellen waarin de chromosomen schematisch zijn weergegeven. Deze cellen zijn afkomstig uit de geslachtsorganen van twee dieren van dezelfde soort.
Welke cellen kunnen bij de bevruchting versmelten?
- A De cellen 1 en 3.
B De cellen 1 en 4.
C De cellen 2 en 3.
D De cellen 2 en 4.

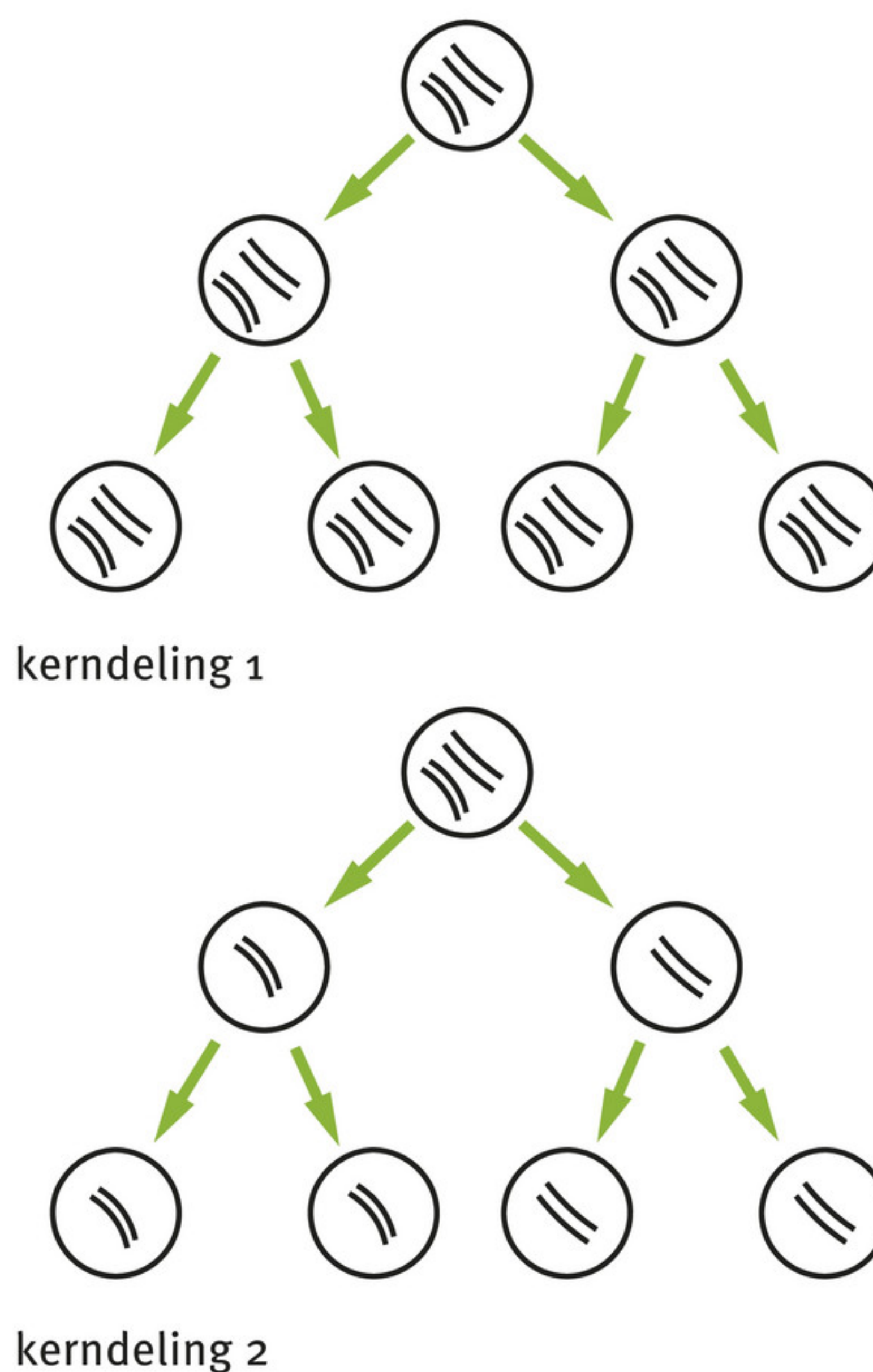
▼ **Afb. 54** Cellen met chromosomen (schematisch).



De volgende gegevens horen bij vraag 4 en 5.
In afbeelding 55 zie je schematisch twee kerndelingen getekend. Deze kerndelingen komen voor in het lichaam van een spoelworm (zie afbeelding 56). Deze dieren hebben in elke celkern vier chromosomen.

- 4 Welke kerndeling is een reductiedeling?
- A Kerndeling 1.
B Kerndeling 2.
- 5 Bij welke kerndeling ontstaan lichaamszellen?
- A Bij kerndeling 1.
B Bij kerndeling 2.

▼ **Afb. 55** Kerndelingen.



▼ **Afb. 56** Spoelworm.

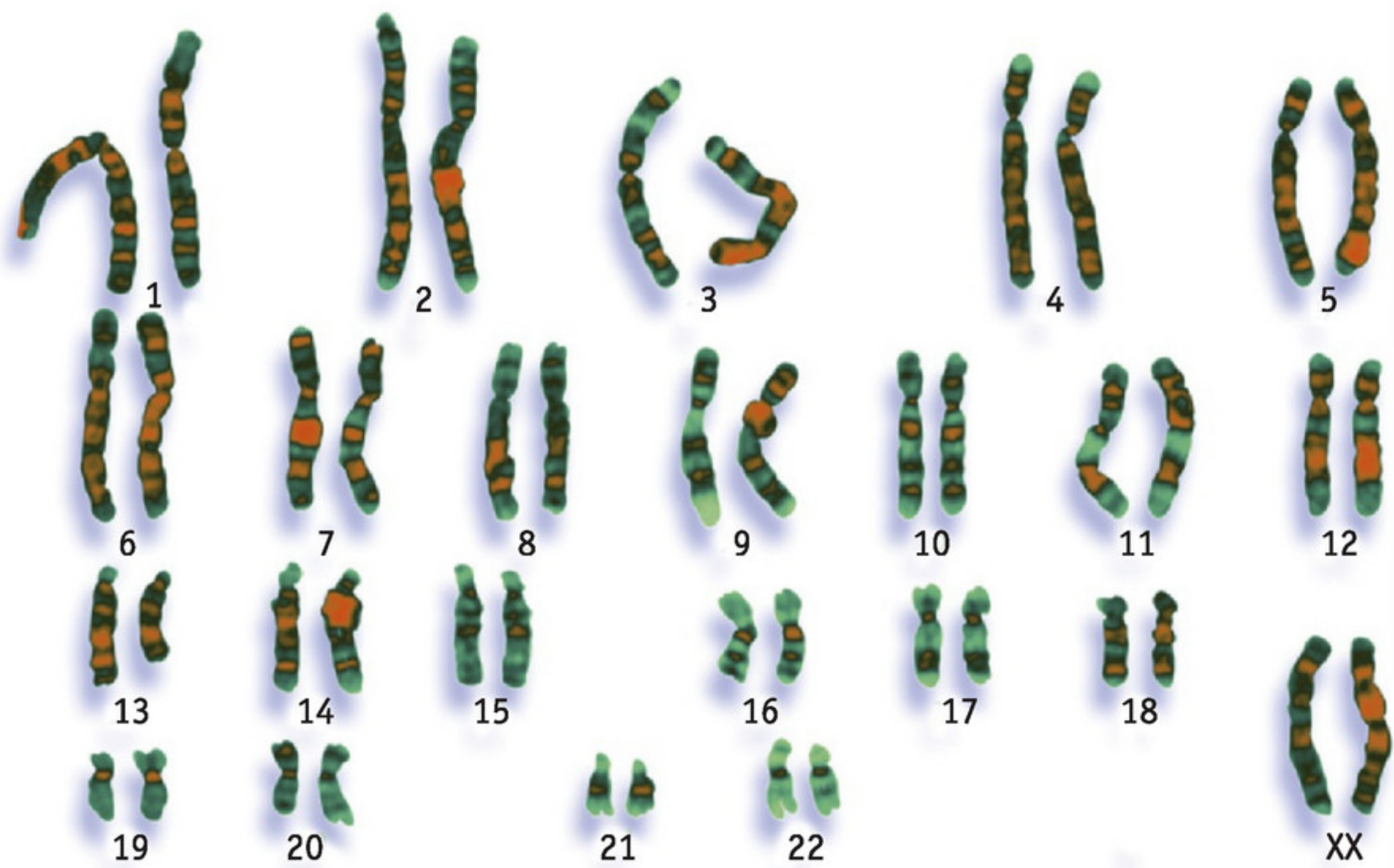


DOELSTELLING 3 BASISSTOF 2

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Het geslacht van een mens wordt bepaald door de zaadcel die bij de bevruchting is betrokken.
- De volgende gegevens horen bij bewering 2 tot en met 4. Chris ondergaat een chromosoomonderzoek. In afbeelding 57 zijn de chromosomen in een cel van Chris weergegeven.
- 2 Uit deze chromosomen blijkt dat Chris een man is.
- 3 De afgebeelde chromosomen kunnen afkomstig zijn uit een geslachtscel van Chris.
- 4 De afgebeelde chromosomen kunnen afkomstig zijn uit een cel van het wangslimvlies van Chris.

Afb. 57 Chromosomen in een cel.



Fruitvliegjes (zie afbeelding 58) zie je in de zomer vaak boven de fruitschaal of bij de gft-container. Fruitvliegjes hebben vier paar chromosomen.

In de tabel van afbeelding 59 zie je de chromosomenparen van twee fruitvliegjes. De chromosomenparen zijn met cijfers aangegeven.

- 5 Vliegje Q is een mannetje.

Afb. 58 Fruitvliegje.



Afb. 59 Chromosomen van fruitvliegjes (schematisch).

Vliegje P				:
Vliegje Q				:
	1	2	3	4

DOELSTELLING 4 BASISSTOF 3

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Als een persoon zowel het gen voor blauwe oogkleur als het gen voor bruine oogkleur bezit, is deze persoon homozygoot voor de oogkleur.
- 2 Bij iemand die heterozygoot voor een bepaalde eigenschap is, komt het dominante gen tot uiting in het fenotype.

Bij een organisme komen twee ongelijke genen van een genenpaar even sterk tot uiting in het fenotype.

- 3 Dit organisme heeft een intermediair fenotype voor deze eigenschap.

De manx is een staartloze kat (zie afbeelding 60). De eigenschap staartloos is het gevolg van het dominante gen A. Voor fokkers van dit ras doet zich het volgende probleem voor: homozygoot staartloze jongen zijn niet levensvatbaar. Ze sterven voor de geboorte.

- 4 Het genotype van een levende staartloze kat is Aa.

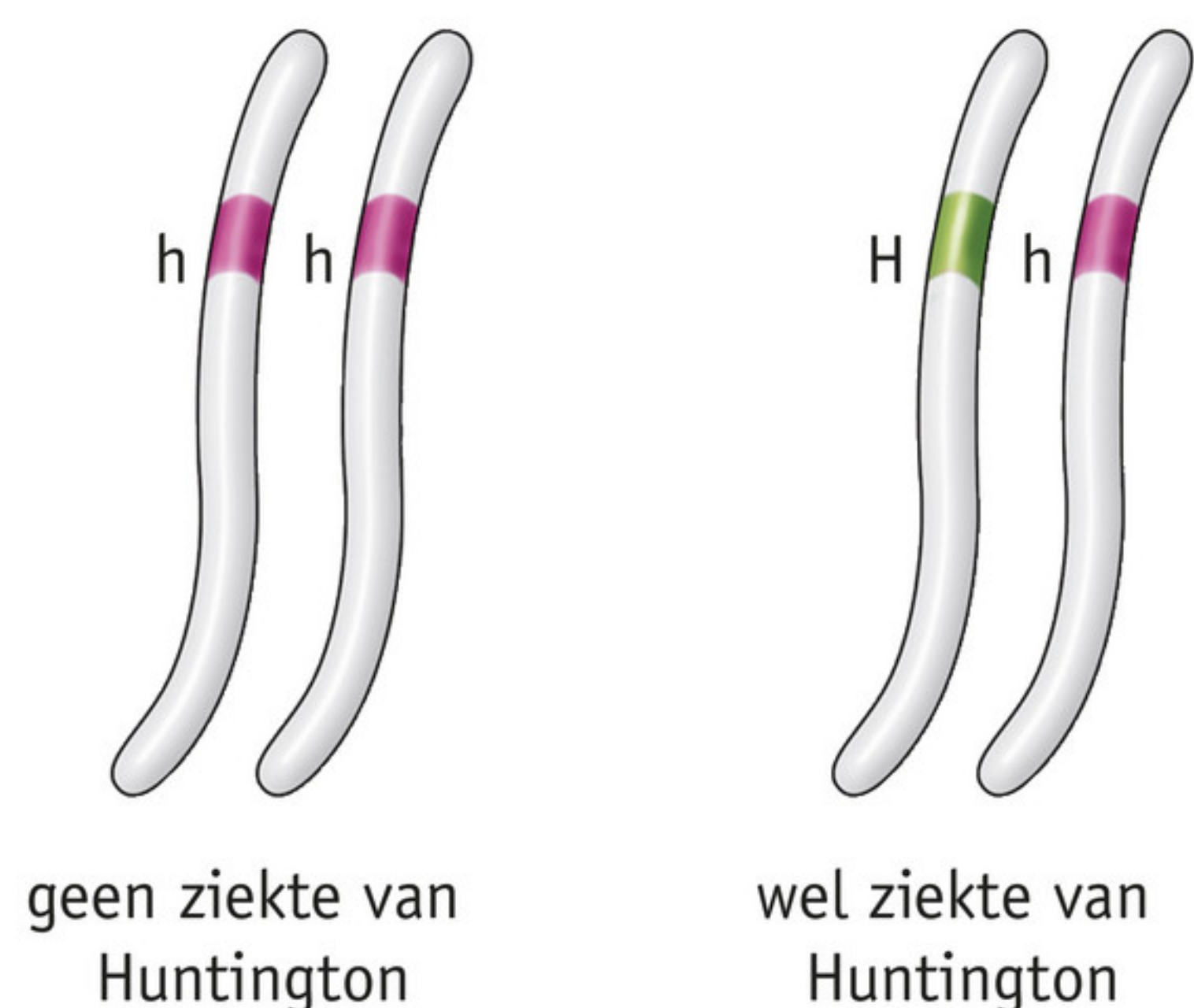
Afb. 60 De manx, een kat zonder staart.



De ziekte van Huntington is een erfelijke aandoening die bepaalde delen van de hersenen aantast. In afbeelding 61 is van twee verschillende personen een chromosomenpaar afgebeeld. De genen die bepalen of iemand de ziekte van Huntington wel of niet heeft, zijn aangegeven met letters.

5 Het gen voor de ziekte van Huntington is recessief.

▼ **Afb. 61** Chromosomen met gen voor wel of geen Huntington.



DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Een plant met brede bladeren wordt gekruist met een plant met smalle bladeren. Het gen voor brede bladeren is dominant (A). De beide ouderplanten zijn homozygoot voor de bladform. De planten uit de F_1 worden onderling bestoven. Stel van deze kruising een kruisingsschema op tot en met de F_2 .
- 2 Bij parkieten is het gen voor rode veren dominant (A) en het gen voor groene veren recessief (zie afbeelding 62). Een heterozygote rode parkiet wordt gekruist met een groene parkiet. Werk de kruising uit. Hoe groot is de kans dat er een groene parkiet uit het ei komt?

▼ **Afb. 62** Groene parkiet.



- 3 Bij Andalusische kippen wordt een zwarte haan gekruist met een witte hen. Beide dieren zijn homozygoot. De kuikens zijn allemaal blauw. Leg met behulp van een kruisingsschema uit of het met deze haan en kip mogelijk is homozygote blauwe kippen te fokken.
- 4 Een plantenkweker teelt tuinplanten. Van een bepaalde soort heeft hij planten die paarse bloemen hebben. Andere planten van dezelfde soort hebben witte bloemen (zie afbeelding 63). De kleur paars is dominant (A). Van één bepaalde plant met paarse bloemen weet de teler niet of de plant homozygoot of heterozygoot is voor de bloemkleur. Om dit uit te zoeken wil de teler een testkruising doen. Bij die kruising wil hij de plant met paarse bloemen kruisen met een andere plant. Uit de bloemkleur van de nakomelingen kan de teler opmaken wat het genotype is van de plant met paarse bloemen. Welk genotype moet de andere plant hebben die de teler wil gebruiken voor deze kruising?

▼ **Afb. 63** Tuinplant met verschillende kleuren.



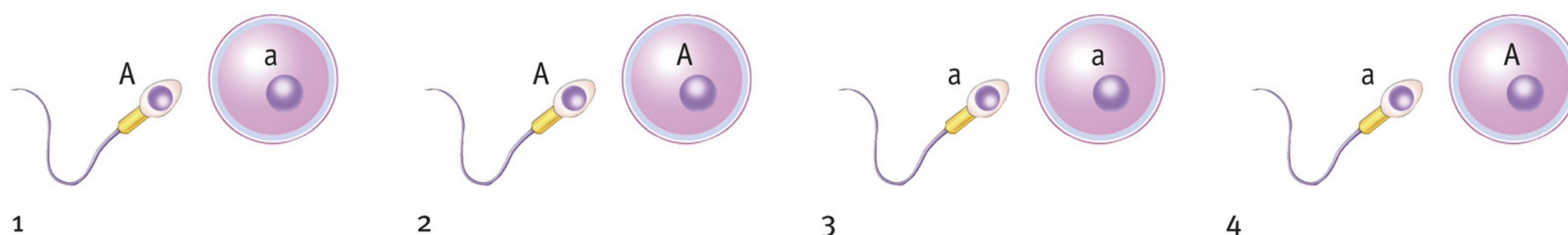
DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Van een ouderpaar heeft de man dikke lippen en de vrouw dunne lippen. De man is heterozygoot voor de lipdikte, de vrouw homozygoot. Een zaadcel van de man bevrucht een eicel van de vrouw. De schema's van afbeelding 64 geven mogelijke bevruchtingen weer. Een gen voor de lipdikte wordt aangegeven met een A of een a. Welke twee schema's kunnen deze bevruchting juist weergeven?
 - A De schema's 1 en 2.
 - B De schema's 1 en 3.
 - C De schema's 2 en 3.
 - D De schema's 2 en 4.

▼ **Afb. 64** Mogelijke bevruchtingen (schematisch).



- 2 FH is een erfelijke ziekte die het gevolg is van een mutatie in een bepaald gen. FH-patiënten hebben te veel cholesterol in hun bloed. Cholesterol zet zich vast aan de wanden van de bloedvaten, die daardoor steeds nauwer worden. Deze patiënten hebben daardoor al op jonge leeftijd een grote kans op een hartinfarct.

FH-patiënten hebben meestal van één van beide ouders het gemuteerde gen geërfd en zijn heterozygoot. De kans om van beide ouders een gemuteerd gen te erven, is zeer klein.

Deze kinderen sterven jong. Peter is heterozygoot voor het FH-gen. Hanna heeft de ziekte niet en is homozygoot recessief.

Hoe groot is de kans dat een kind van Peter en Hanna de ziekte FH krijgt?

- A 25%.
- B 50%.
- C 75%.
- D 100%.

- 3 Bij cavia's is het gen voor ruwharigheid dominant over dat voor gladharigheid. Een ruwharig caviavrouwtje, dat homozygoot voor deze eigenschap is, krijgt jongen. Deze jongen zijn allemaal ruwharig.

Het is niet bekend welk dier de vader is van deze jongen. Er zijn drie mannetjes die in aanmerking komen:

- mannetje 1 is gladharig;
- mannetje 2 is homozygoot ruwharig;
- mannetje 3 is heterozygoot ruwharig.

Welk mannetje kan of welke mannetjes kunnen de vader van deze jonge cavia's zijn?

	Mannetje 1	Mannetje 2	Mannetje 3
A	ja	ja	ja
B	ja	nee	ja
C	ja	nee	nee
D	nee	ja	ja

- 4 Sommige mensen produceren na het eten van asperges urine met een nare geur, andere mensen niet. De eigenschap 'produceren van een vies ruikende geurstof na het eten van asperges' wordt

bepaald door een dominant gen (A). De urine van mensen die homozygoot recessief voor deze eigenschap (aa) zijn, ruikt niet na het eten van asperges.

Ella is in verwachting. Vóór haar zwangerschap produceerde ze na het eten van asperges geen ruikende urine, nú wel. Na een aspergemaaltijd van de moeder gaat de ongeboren baby de ruikende geurstof wél produceren. De geurstof komt dan in het bloed van de moeder terecht en wordt door haar nieren uitgescheiden.

Wat is het genotype van de baby voor de eigenschap om een vies ruikende geurstof te produceren na een aspergemaaltijd?

- A Heterozygoot.
- B Homozygoot dominant.
- C Homozygoot recessief.

- 5 Layla heeft een klasgenoot met doorlopende wenkbrauwen (zie afbeelding 65). Ze wil weten of het hebben van doorlopende wenkbrauwen bij deze jongen erfelijk bepaald is. Ze zoekt hem thuis op en ontdekt dat zijn vader ook doorlopende wenkbrauwen heeft, maar zijn moeder niet. Kan Layla op grond van deze waarneming de conclusie trekken dat het hebben van doorlopende wenkbrauwen erfelijk bepaald is? Zo ja, kan ze dan ook concluderen of het gen voor deze eigenschap dominant is?

- A Ze kan op geen van beide punten een conclusie trekken.
- B Ze weet dan zeker dat het hebben van doorlopende wenkbrauwen erfelijk bepaald is, maar ze weet niet of het door een dominant of een recessief gen wordt veroorzaakt.
- C Ze weet dan zeker dat het hebben van doorlopende wenkbrauwen erfelijk bepaald is en dat het wordt veroorzaakt door een dominant gen.

▼ **Afb. 65** Doorlopende wenkbrauwen.



DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

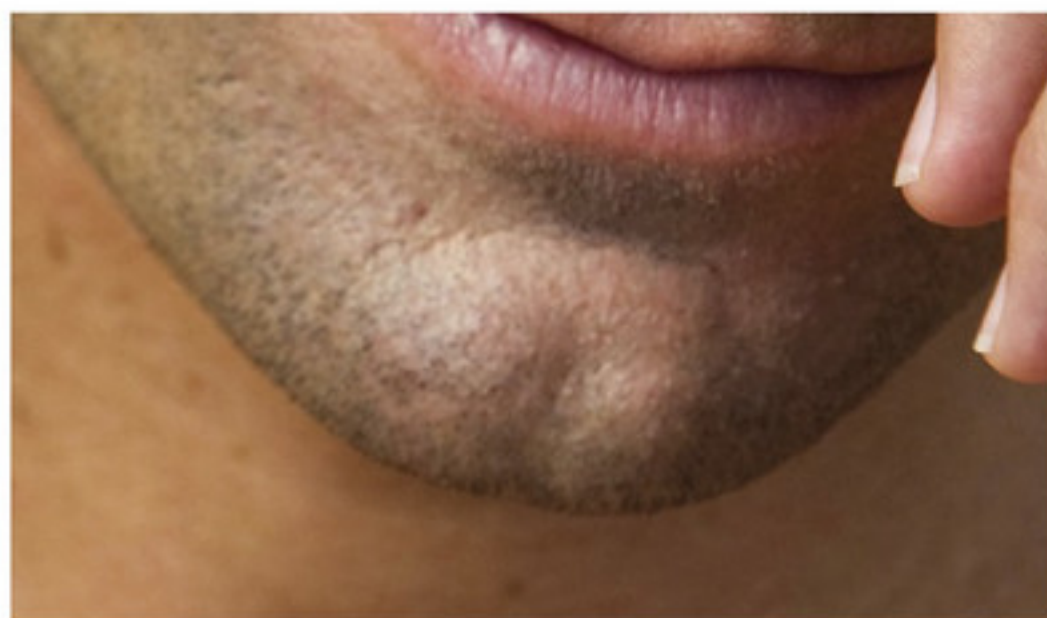
De volgende gegevens horen bij vraag 1 tot en met 3. Sommige mensen hebben een gleuf in hun kin; bij anderen is de kin rond (zie afbeelding 66). Deze eigenschap is erfelijk bepaald.

In afbeelding 67 is een stamboom van een familie weergegeven. Van de meeste personen is de vorm van de kin weergegeven.

- 1 Welk gen is dominant: het gen voor kin met gleuf of het gen voor ronde kin? Of is dat niet uit de stamboom af te leiden?

- A Dat is niet uit de stamboom af te leiden.
- B Het gen voor kin met gleuf is dominant.
- C Het gen voor ronde kin is dominant.

- ▼ Afb. 66 Wel of geen gleufje in je kin?

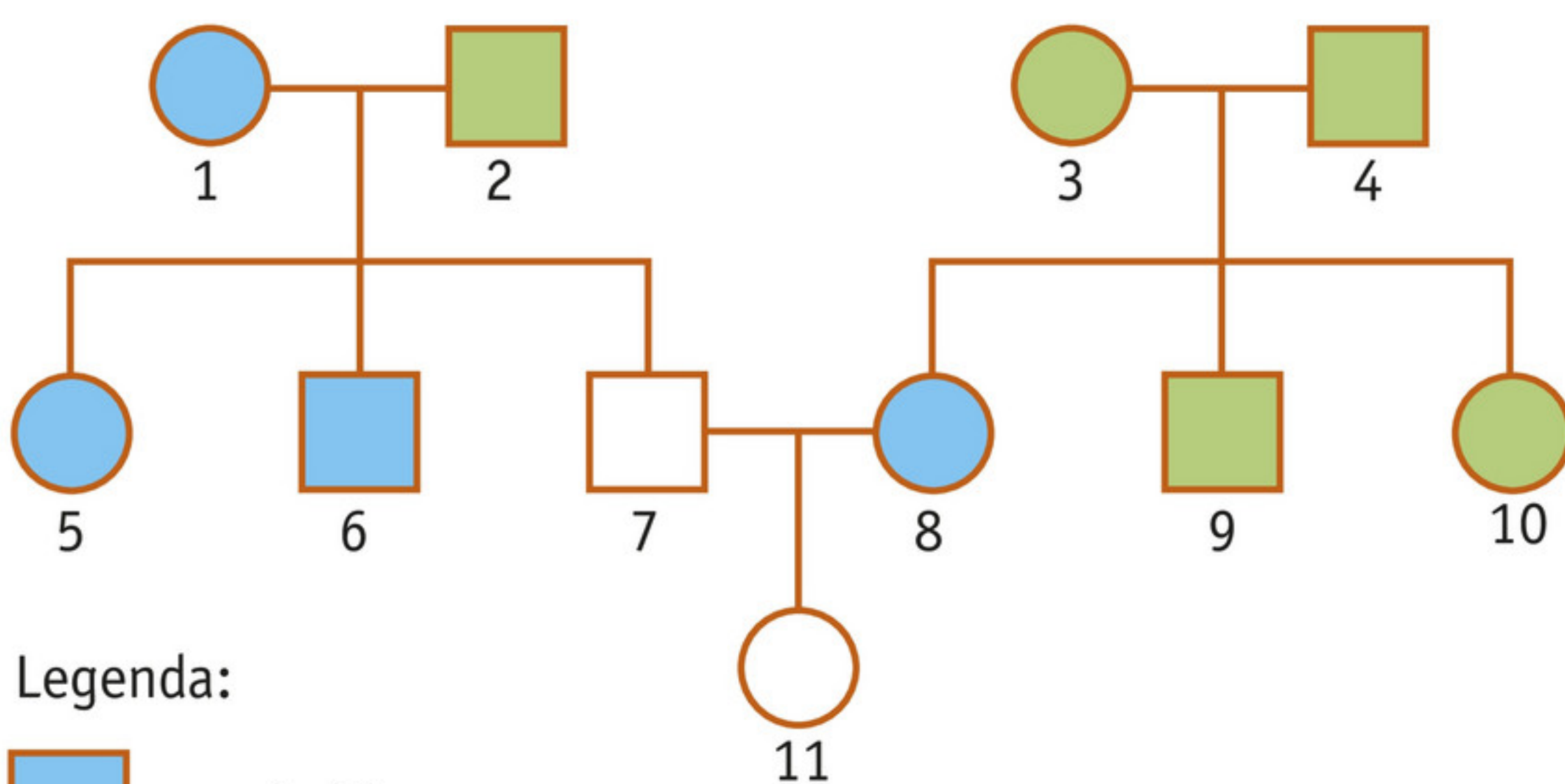


1



2

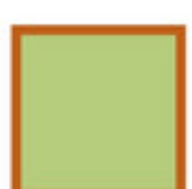
- ▼ Afb. 67 Stamboom.



Legenda:



ronde kin



kin met gleuf

- 2 Is persoon 10 homozygoot of heterozygoot voor de vorm van de kin? Of is dat niet uit de stamboom af te leiden?

- A Dat is niet uit de stamboom af te leiden.
- B Heterozygoot.
- C Homozygoot.

- 3 Hoe groot is de kans dat persoon 7 een kin met gleuf heeft?

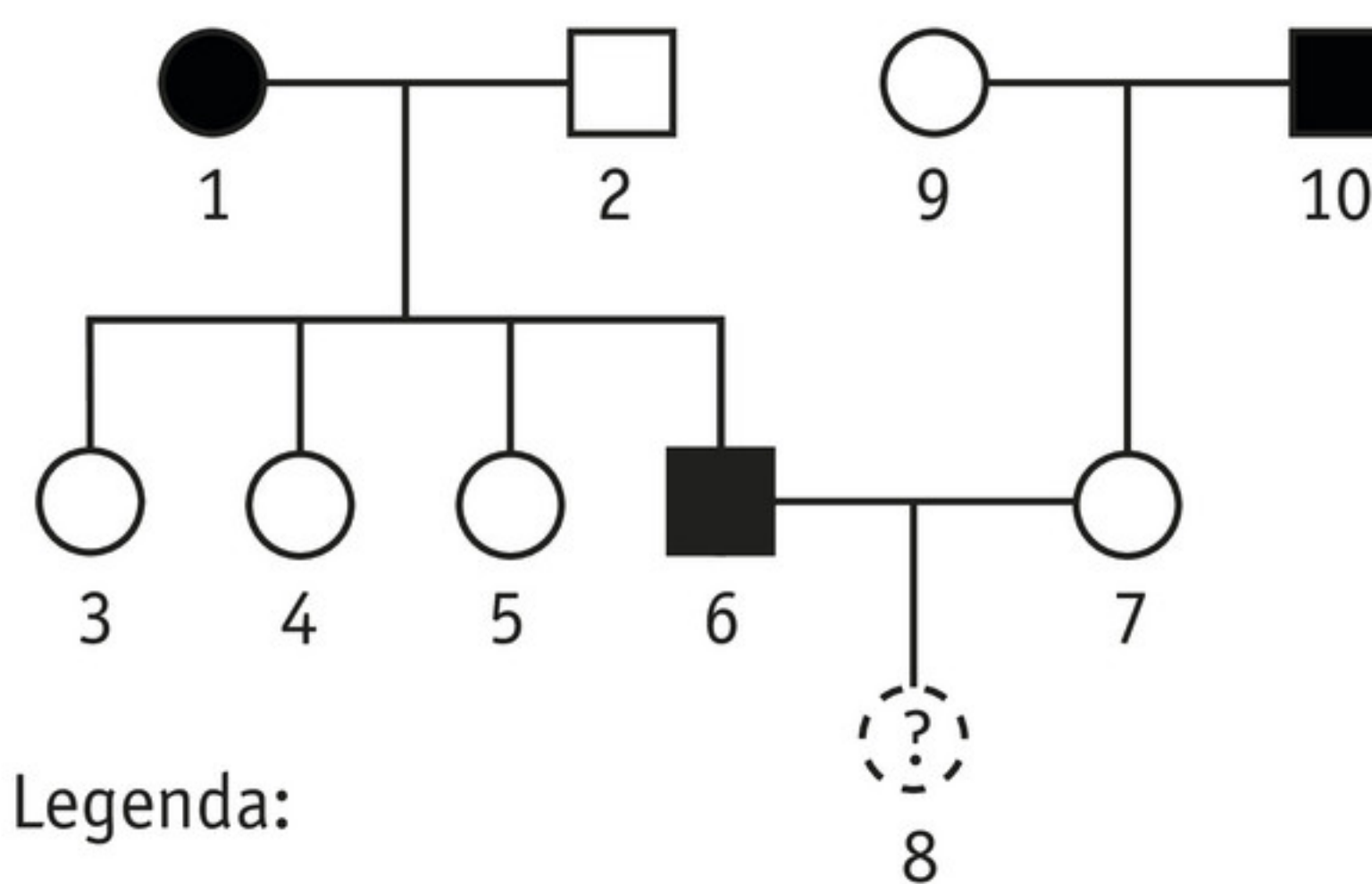
- A 25%.
- B 50%.
- C 75%.

- 4 In afbeelding 68 zie je de stamboom van een familie. Sommige familieleden hebben een wipneus. Uit de relatie tussen persoon 6 en 7 wordt een dochter geboren.

Hoe groot is de kans dat die dochter een wipneus heeft?

- A 25%.
- B 50%.
- C 75%.
- D 100%.

- ▼ Afb. 68 Wel of geen wipneus?



Legenda:

○ = ♀

□ = ♂

wit = wipneus

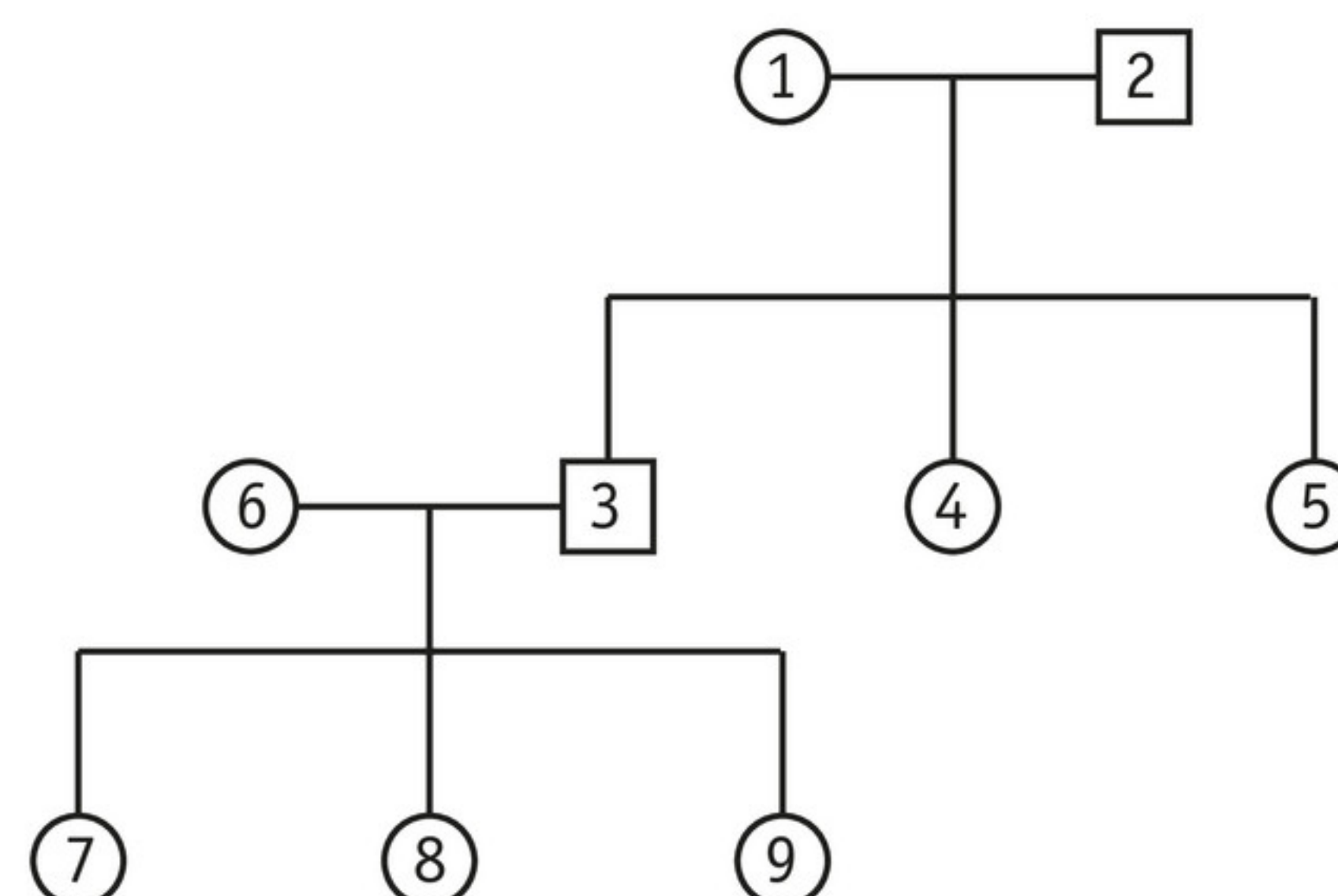
zwart = geen wipneus

- 5 De personen 1 en 6 uit de stamboom in afbeelding 69 zijn vrouwen met blauwe ogen. Persoon 2 is een man met bruine ogen. Hij is heterozygoot voor deze eigenschap.

Wat kun je zeggen over persoon 8?

- A Zij is heterozygoot voor de eigenschap oogkleur.
- B Zij is homozygoot voor blauwe ogen of heterozygoot voor de eigenschap oogkleur.
- C Zij is homozygoot voor de eigenschap blauwe ogen.
- D Zij is homozygoot voor de eigenschap bruine ogen.

- ▼ Afb. 69 Stamboom.



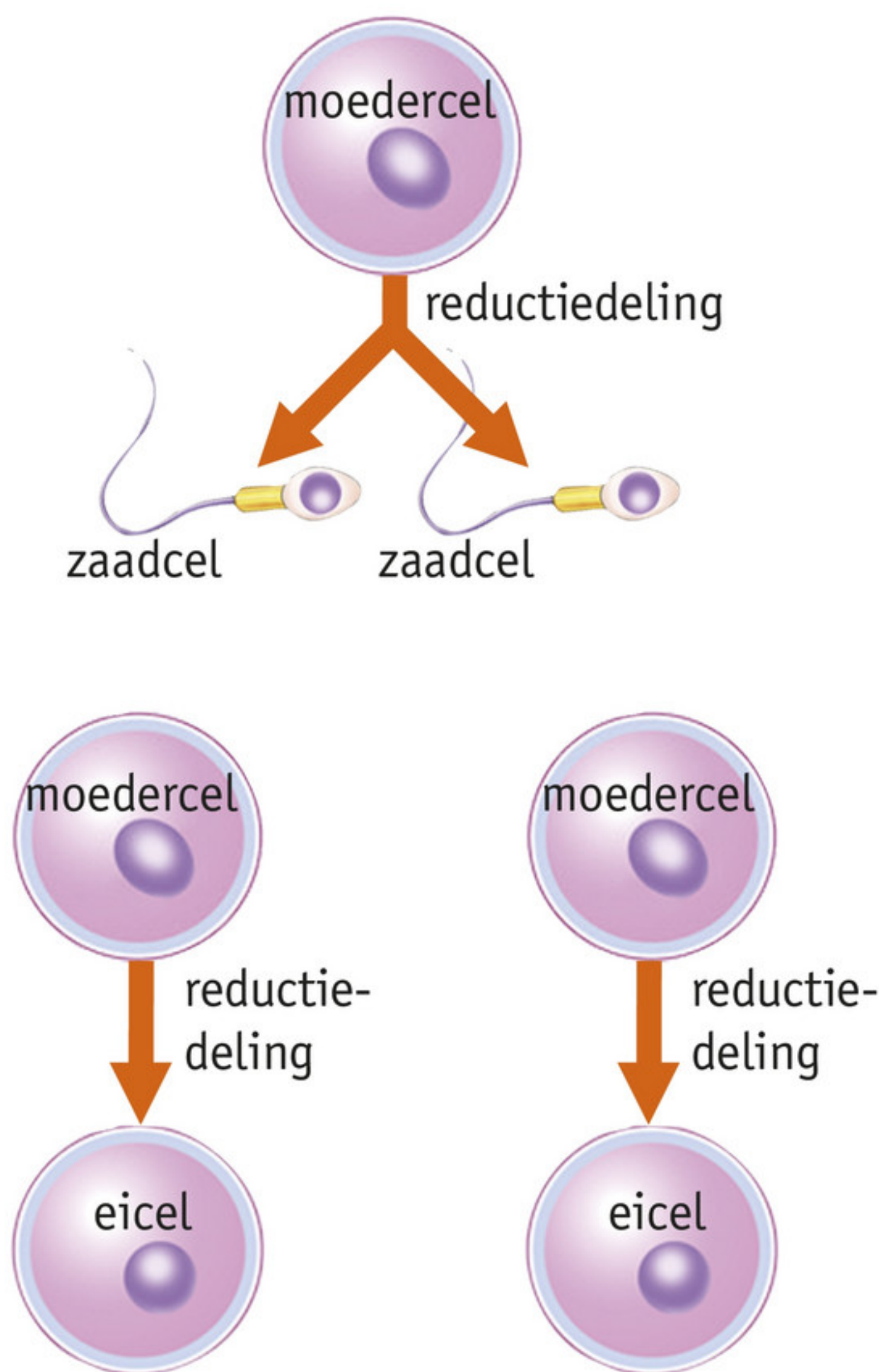
DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 70 is het ontstaan van twee zaadcellen en twee eicellen schematisch getekend. De zaadcellen zijn via reductiedeling ontstaan uit dezelfde moedercel. De eicellen zijn via reductiedeling ontstaan uit verschillende moedercellen. Welke geslachtscellen hebben waarschijnlijk hetzelfde genotype?
- A Alleen de twee zaadcellen.
 - B Geen van deze geslachtscellen.
 - C Zowel de twee zaadcellen als de twee eicellen.

▼ Afb. 70 Ontstaan van zaadcellen en eicellen (schematisch).



- 2 In afbeelding 71 zie je een krokusknol met enkele scheuten. De scheuten kunnen van de knol worden gehaald en verder groeien als afzonderlijke planten. Welke bewering over de jonge planten is juist?
- A De jonge planten ontstaan door geslachtelijke voortplanting en hebben allemaal een verschillend genotype.
 - B De jonge planten ontstaan door geslachtelijke voortplanting en hebben allemaal hetzelfde genotype.
 - C De jonge planten ontstaan door ongeslachtelijke voortplanting en hebben allemaal een verschillend genotype.
 - D De jonge planten ontstaan door ongeslachtelijke voortplanting en hebben allemaal hetzelfde genotype.

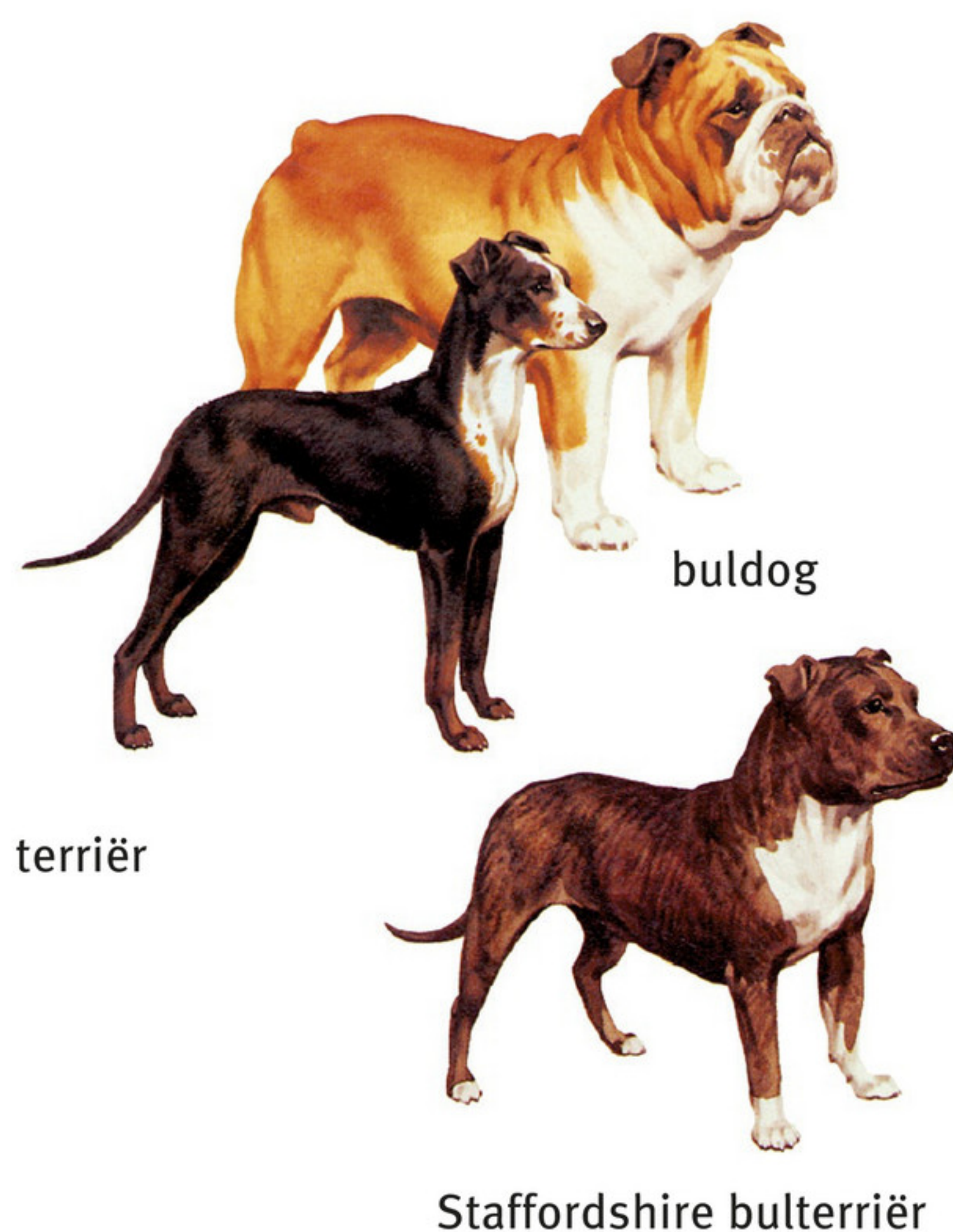
▼ Afb. 71 Krokusknol.



- 3 Sommige planten kunnen zaad vormen zonder dat er bevruchting is opgetreden. De eicellen ontstaan dan door gewone celdeling en niet door reductiedeling. Het vormen van zaad zonder bevruchting wordt *apomixis* genoemd. In welke cellen van een plant bevinden zich de genen voor apomixis?
- A Alleen in de eicellen.
 - B Alleen in de cellen van de zaden.
 - C In alle cellen van de plant.
- 4 Onderzoekers proberen 'apomixisgenen' over te brengen op andere planten, zoals rijstplanten en maisplanten. Ze verwachten dat deze planten ook zaad zullen vormen zonder dat er bevruchting optreedt. Men hoopt zo op een constante kwaliteit en smaak bij de mais en de rijst. Waarom verwachten de onderzoekers dat ze bij deze manier van voortplanten een constante kwaliteit en smaak kunnen bereiken?
- A Omdat apomixis een vorm van geslachtelijke voortplanting is, waarbij de zaden hetzelfde genotype hebben.
 - B Omdat bij apomixis de nakomelingen ontstaan via gewone celdelingen, waardoor ze allemaal hetzelfde genotype hebben.
 - C Omdat door apomixis meer zaden kunnen worden gevormd, waardoor de kans groter is dat er zaden bij zitten met een constante kwaliteit en smaak.

- 5 Een bulldog en een terriër werden gekruist. De fokkers kozen uit de nakomelingen alleen honden met bepaalde eigenschappen. Met die honden werd verder gefokt. Zo ontstond een nieuw ras: de Staffordshire bulterriër (zie afbeelding 72). Hoe wordt het genoemd als alleen dieren met bepaalde eigenschappen worden gebruikt om ermee te fokken?
- A Kunstmatige selectie.
 - B Ongeslachtelijke voortplanting.
 - C Veredeling.

▼ Afb. 72 Een nieuw ras.



DOELSTELLING 9 BASISSTOF 7

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Een mutatie is een verandering in het fenotype, veroorzaakt door milieufactoren.
- 2 Een cel waarin veel mutaties hebben plaatsgevonden, kan kanker veroorzaken.
- 3 Bij kanker ontstaat het eerste gezwel, doordat een kankercel in het bloed of in de lymfe terechtkomt.

De context 'Ruiken naar vis' gaat over het visgeursyndroom (zie afbeelding 73). Vraag 4 en 5 gaan over dit syndroom.

De mutatie die het visgeursyndroom veroorzaakt, komt voor in de geslachtscellen.

- 4 Een gemuteerd gen in een geslachtscel kan worden doorgegeven aan de volgende generatie.
- 5 Iemand die aan het visgeursyndroom lijdt, is een mutant.

▼ Afb. 73

Ruiken naar vis

Stel je voor: je wast je goed en je poetst je tanden, maar toch blijf je ruiken naar vis. Hiermee hebben mensen die lijden aan het visgeursyndroom dagelijks te maken. Het visgeursyndroom is een zeldzame ziekte. Het is een aandoening waar mensen zich voor schamen. Bovendien merken ze dat ze gemeden worden vanwege de geur die ze bij zich dragen.

De geur is waar te nemen bij ademen, zweten en via de urine. Mensen met deze aandoening hebben verder geen lichamelijke klachten. Over de hele wereld zijn er maar ongeveer driehonderd mensen die dit syndroom hebben. De oorzaak voor dit syndroom is een gemuteerd gen. Het syndroom kan erfelijk zijn. Ouders die beiden heterozygoot zijn, kunnen een kind krijgen met het visgeursyndroom. De ouders hebben zelf deze aandoening niet.

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Hierna zijn vier paren beschreven die graag een kind willen. Geen van deze paren heeft al een kind.
 - 1 Lucas en Anouk. Lucas heeft een jaar geleden een auto-ongeluk gehad en zit in een rolstoel.
 - 2 Thijs en Raya. De moeder en oma van Raya zijn aan borstkanker gestorven.
 - 3 Tim en Evie. Tim heeft enkele jaren geleden een ooginfectie opgelopen, waardoor hij blind is geworden.
 - 4 Lars en Sarah. Sarah heeft al twee miskramen gehad en is nu voor de derde keer zwanger.
 Welke van deze paren doen er verstandig aan genetisch advies in te winnen?
 - A De paren 1 en 3.
 - B De paren 1 en 4.
 - C De paren 2 en 3.
 - D De paren 2 en 4.

- 2 Een van de methoden van erfelijkheidsonderzoek bij ongeboren kinderen is een vlokkentest. Wat wordt onderzocht bij een vlokkentest?
- A De chromosomen van placentaweefsel, afkomstig van de moeder.
 - B De chromosomen van placentaweefsel, afkomstig van het embryo.
 - C De samenstelling van de urine van de zwangere vrouw.
 - D De samenstelling van het vruchtwater bij de zwangere vrouw.
- 3 Een andere methode van erfelijkheidsonderzoek bij ongeboren kinderen is een vruchtwaterpunctie. Wat probeert men bij een vruchtwaterpunctie op te sporen?
- A Eventuele afwijkingen in de bouw van de placenta.
 - B Eventuele afwijkingen in de chromosomen van cellen die in het vruchtwater voorkomen.
 - C Eventuele groeistoornissen bij het embryo.
 - D Eventuele schadelijke stoffen die in het vruchtwater kunnen voorkomen.
- 4 Een vrouw die tien weken zwanger is, besluit na overleg met haar arts prenataal onderzoek te laten uitvoeren. Welk(e) onderzoek(en) kan ze in dit stadium van de zwangerschap laten uitvoeren?
- A Alleen een vlokkentest.
 - B Alleen een vruchtwaterpunctie.
 - C Een vlokkentest en een vruchtwaterpunctie.
- 5 Bij welke methode voor prenataal onderzoek worden de cellen van het embryo via de buikwand van de moeder weggehaald?
- A Echoscopie.
 - B Vlokkentest.
 - C Vruchtwaterpunctie.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 9

Beantwoord de volgende vragen met ja of nee.

- 1 Is bij de toepassing van biotechnologie altijd sprake van genetische modificatie?
- 2 Onderzoekers hebben een embryo van een kat een gen van een kwal gegeven. De kat die zich uit dit embryo heeft ontwikkeld, ziet er bij daglicht net zo uit als andere katten. In het donker geven de neus, de ogen en de oren van de kat groen licht. Is deze kat transgeen?

De context 'Chymosine' gaat over een stof die wordt gebruikt bij de bereiding van kaas (zie afbeelding 74). Vraag 3 en 4 gaan over deze stof.

▼ Afb. 74

Chymosine

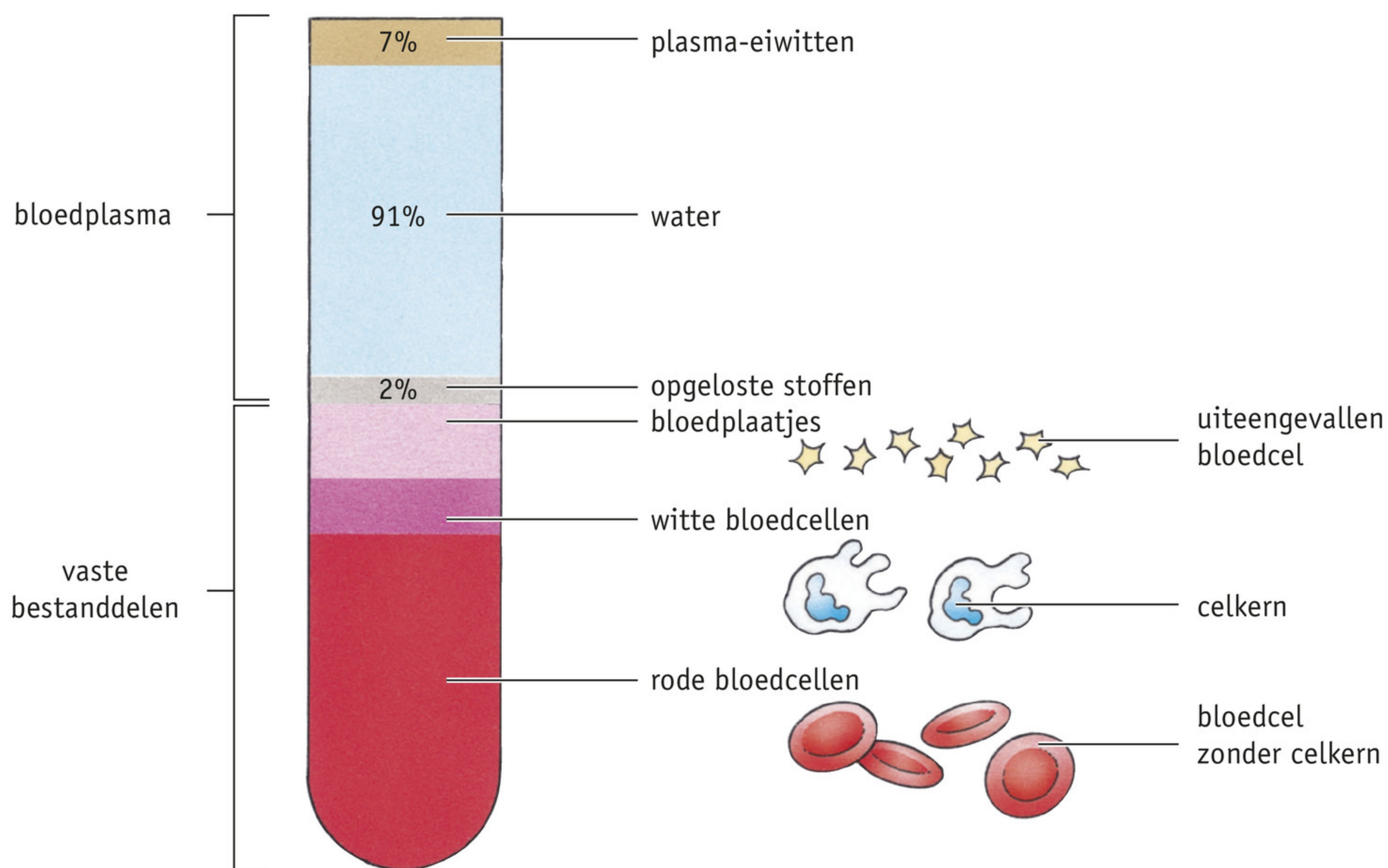
Chymosine is een stof die wordt gebruikt bij de bereiding van kaas. Door chymosine aan melk toe te voegen, gaan bepaalde melkeiwitten samenklonteren en ontstaat wrongel, een voorstadium van kaas. Chymosine wordt traditioneel gewonnen uit de maag van kalveren (methode A in de afbeelding). Door een tekort aan chymosine uit kalvermagen in bepaalde landen heeft men geprobeerd op een andere manier chymosine te produceren. Onderzoeksgroepen uit verschillende delen van de wereld is het gelukt het DNA uit kalveren voor de productie van chymosine in te bouwen in gistcellen (methode B in de afbeelding). Door deze genetisch veranderde gistcellen in kweekvaten op grote schaal te kweken, kan chymosine nu in grote hoeveelheden worden geproduceerd.

Er is nog een andere markt voor chymosine geproduceerd door gistcellen. Vegetariërs geven de voorkeur aan chymosine geproduceerd door gistcellen, omdat dan geen kalveren hoeven worden geslacht voor de bereiding van kaas.



- 3 Chymosine kan worden geproduceerd door gistcellen waarvan men het DNA heeft veranderd. Is het veranderen van DNA van gistcellen een voorbeeld van recombinant-DNA-techniek?
- 4 Zijn gistcellen die chymosine produceren transgene gistcellen?
- 5 Een arts wil weten of een van zijn patiënten drager is van een erfelijke ziekte. Om die vraag te kunnen beantwoorden, moet het DNA van de patiënt worden onderzocht. De arts neemt daarom bloed af bij deze patiënt. In afbeelding 75 zie je uit welke bestanddelen het bloed van de mens bestaat. Kan de arts het DNA uit de rode bloedcellen onderzoeken?

▼ **Afb. 75** DNA-onderzoek.



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

PLUSSTOF

1 Klonen

▼ **Afb. 76** Eeneiige tweeling.



Misschien heb je broers of zussen. Je hebt dan vast wat eigenschappen die jouw broer of zus ook heeft. Maar je verschilt ook van je broer of zus, want jullie hebben niet precies dezelfde erfelijke eigenschappen. Je kunt alleen hetzelfde genotype hebben als jullie samen een eeneiige tweeling zijn (zie afbeelding 76). Eigenlijk ben je dan een kloon van je broer of zus. Een **kloon** is een organisme dat hetzelfde genotype heeft als een ander individu.

STEKKEN

Bij planten komen klonen veel voor, bijvoorbeeld als je een plant hebt gestekt. Je snijdt een stukje van de stengel af en je zet het in water of aarde (zie afbeelding 77). Al snel groeien er nieuwe wortels aan. De nieuwe plant heeft hetzelfde genotype als de oude. Als de invloeden uit de omgeving hetzelfde zijn, is de nieuwe plant een kopie van de oude. Een kloon ontstaat door ongeslachtelijke voortplanting.

► **Afb. 77** Zo stek je een plant.

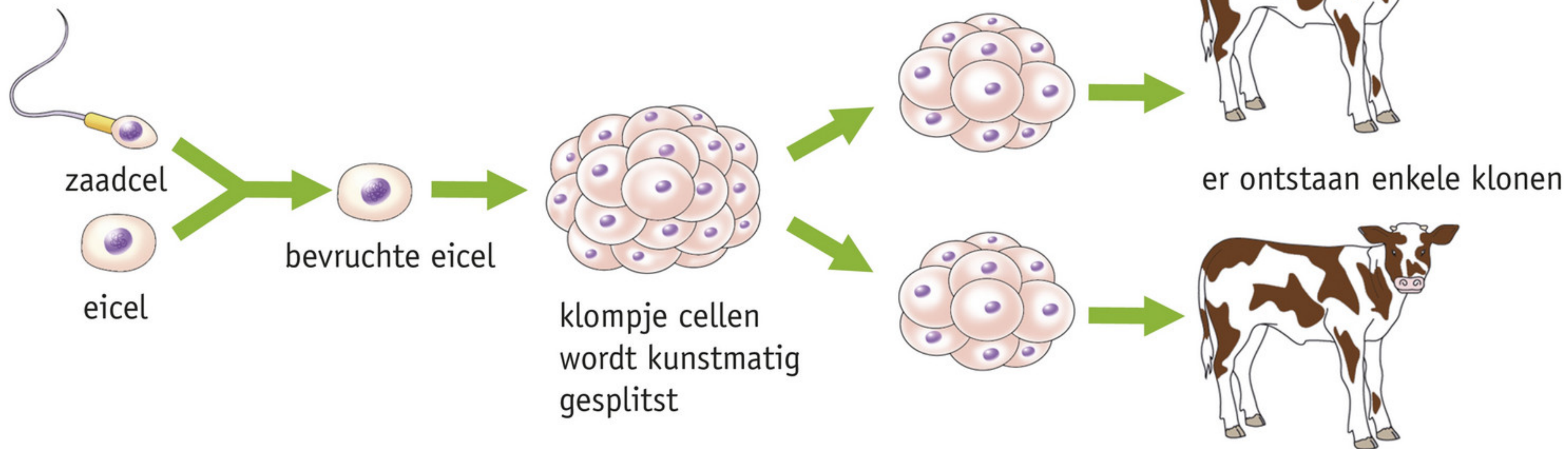


EMBRYOSPLITSING

Tegenwoordig proberen we ook dieren te klonen. Daardoor kun je van dieren met gunstige eigenschappen veel meer nakomelingen krijgen dan op een natuurlijke manier mogelijk is.

Klonen kunnen ontstaan door **embryosplitsing**. Bij runderen bijvoorbeeld wordt embryosplitsing toegepast als uit een bevruchte eicel een klompje cellen is ontstaan. Dit klompje cellen wordt gesplitst in kleinere klompjes cellen. Daarna wordt elk klompje cellen in de baarmoeder van een koe geplaatst. Daar groeit elk klompje cellen uit tot een kalf (zie afbeelding 78). Omdat alle kalveren zijn ontstaan uit dezelfde bevruchte eicel, hebben ze allemaal dezelfde erfelijke eigenschappen.

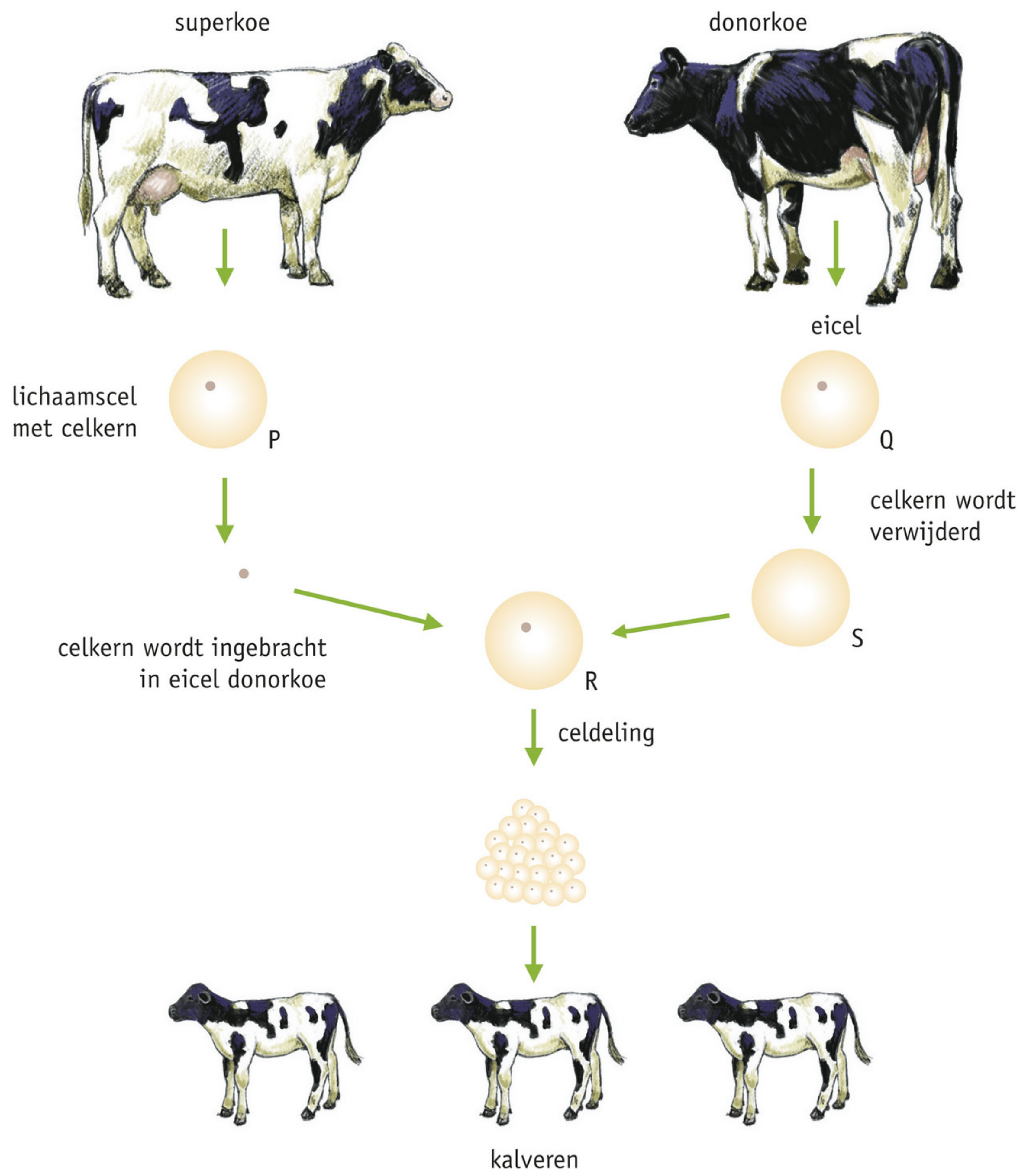
▼ **Afb. 78** Klonen door embryosplitsing.



CELKERNTRANSPLANTATIE

Celkerntransplantatie is een modernere manier van klonen (zie afbeelding 79). Bij een koe met gunstige eigenschappen (een zogenoemde **superkoe**) wordt uit een lichaamscel de celkern verwijderd.

► **Afb. 79** Klonen door celkerntransplantatie.



Uit een andere koe wordt een eikel gehaald. Uit deze eikel wordt de celkern verwijderd. In een laboratorium wordt de celkern van de superkoe in de kernloze eikel van de andere koe gebracht. Door celdeling ontstaat een klompje cellen. Zo'n klompje cellen wordt ingebracht (**geïmplant**) in de baarmoeder van een **draagkoe**. In de baarmoeder van de draagkoe groeit het klompje cellen uit tot een kalf. Het kalf heeft dezelfde erfelijke eigenschappen als de superkoe.

De techniek van celkerntransplantatie is nog in ontwikkeling. Het percentage geslaagde celkerntransplantaties is nog laag. Er ontstaan vaak dieren die niet gezond zijn.

Het klonen van mensen door celkerntransplantatie is overal ter wereld verboden.

KLONEN ALS GENEESMIDDEL

Klonen wordt niet alleen gebruikt voor de ongeslachtelijke voortplanting van planten en dieren. Je kunt ook cellen uit één bepaald orgaan klonen. Die cellen kunnen dan worden gebruikt om bij een patiënt zieke cellen te vervangen door gezonde cellen. Zo kunnen in de toekomst misschien mensen met diabetes worden genezen. Bij iemand die diabetes heeft, werken bepaalde cellen in de alvleesklier niet goed. Door gezonde cellen te klonen, ontstaan er cellen die bij de patiënt in de alvleesklier kunnen worden ingebracht. Deze gezonde cellen kunnen dan de zieke cellen gaan vervangen. Er moet echter nog veel onderzoek worden gedaan voordat zieke mensen op deze manier kunnen worden geholpen.

WB OPDRACHT 1 T/M 4 BLZ. 142

▼ Afb. 80

Geen man, wel kinderen

Jongens, opgepast. Uit onderzoek blijkt dat mannen lang niet altijd nodig zijn voor het krijgen van kinderen. Het is mogelijk om zonder seks toch kinderen te krijgen. Bij haaien dan.

Onderzoekers in Chicago onderzochten de voortplanting bij de bamboehaai (zie de foto). Eieren van een vrouwelijke bamboehaai werden bewaard in een broedkas. Het vrouwtje leefde in gevangenschap en had nooit contact gehad met een mannetjeshai.

De onderzoekers dachten daarom dat de eieren niet bevrucht waren. Maar tot hun verbazing kwamen twee van de eieren uit. Uit een genetische analyse van de haaien die werden geboren, bleek dat er sprake was van maagdelijke voortplanting.

Inmiddels vermoeden de meeste wetenschappers dat alle vrouwtjeshaaïen door middel van maagdelijke voortplanting jongen kunnen krijgen.



bamboehaai

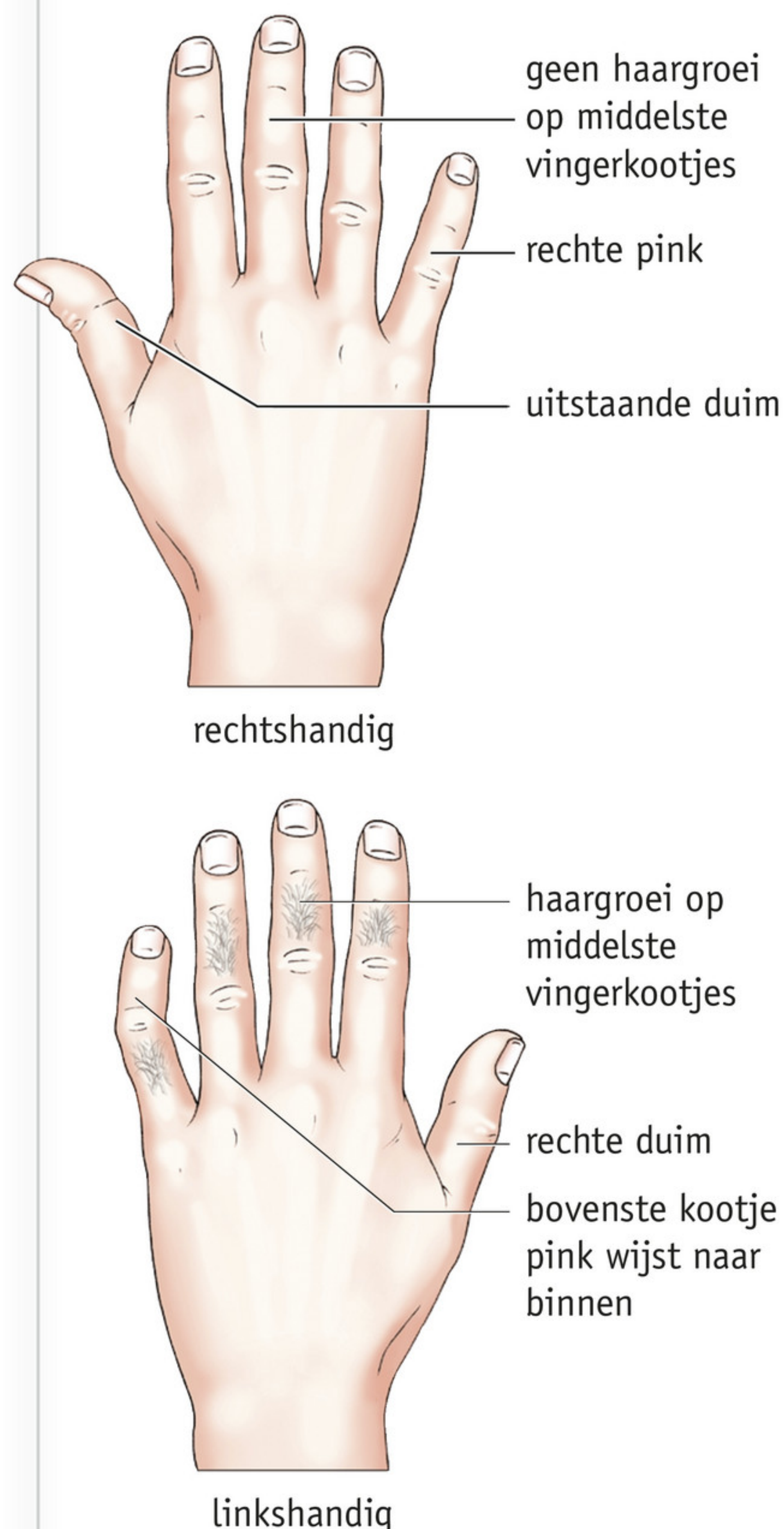
Haaïen overleven al honderden miljoenen jaren op aarde. De dieren leven vaak in groepen die bestaan uit alleen mannetjes of alleen vrouwtjes. Maagdelijke voortplanting stelt de vrouwtjes waarschijnlijk in staat om zich ook in het wild voort te planten, zonder dat er mannetjes in de buurt zijn.

Naar: www.nu.nl, 29 april 2010.

2

Erfelijkheid in je familie

▼ Afb. 81 Erfelijke kenmerken.



▼ Afb. 82 Overerving.



Je hebt allerlei eigenschappen die bepalen hoe je eruitziet, zoals je haarkleur, de kleur van je ogen of de vorm van je handen. Die eigenschappen zijn erfelijk en daarom zie je ze ook terug bij sommige familieleden. Je kunt ontdekken hoe eigenschappen binnen jouw familie overerven door een stamboomonderzoek uit te voeren.

In deze verrijkingstof ga je zo'n onderzoek doen. Je kiest één bepaald kenmerk van het gezicht of de handen (zie afbeelding 81). Je onderzoekt hoe dit kenmerk overerft bij zo veel mogelijk familieleden (broers, zussen, ouders, grootouders, ooms, tantes, neven, nichten). De resultaten geef je weer in een stamboom en je maakt een verslag van je onderzoek.

BIOLOGISCH ONDERZOEK

Je gaat bij een biologisch onderzoek altijd op dezelfde manier te werk. Een biologisch onderzoek start met een probleemstelling. In dit geval zou de probleemstelling kunnen zijn: *Hoe erven kenmerken van het gezicht of de handen over bij mensen?* Omdat deze probleemstelling te vaag is om te kunnen onderzoeken, moet je je probleemstelling nauwkeuriger omschrijven. Je kiest één kenmerk uit waarmee je je onderzoek goed kunt uitvoeren. Dat moet dan een kenmerk zijn waarvan in je familie verschillende fenotypen voorkomen. Als namelijk al je familieleden voor een bepaalde eigenschap hetzelfde fenotype hebben, kun je geen conclusies trekken over de overerving van deze eigenschap.

Je ziet in afbeelding 82 verschillende kenmerken die geschikt zijn om de overerving ervan te onderzoeken. Je formuleert een onderzoeksvraag die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken. Bijvoorbeeld: *Hoe erft het kenmerk ... over in mijn familie?*

Je probeert voordat je met je onderzoek begint een antwoord te geven op je onderzoeksvraag: je formuleert een veronderstelling (verwachting). Je kunt bijvoorbeeld veronderstellen dat het gen voor een bepaalde eigenschap dominant is of recessief.

Daarna bedenk je een onderzoeksopzet om te onderzoeken of je veronderstelling klopt. Je maakt hierbij een werkplan. In je werkplan beschrijf je bijvoorbeeld welke familieleden je kiest voor je onderzoek. Je vermeldt op welke dag(en) je het onderzoek wilt uitvoeren. Ook beschrijf je hoe je de resultaten wilt weergeven.

Als je je onderzoek hebt uitgevoerd, maak je er een verslag van. Hierna staat uit welke zes onderdelen je verslag moet bestaan:

- 1 probleemstelling;
- 2 verwachting;
- 3 onderzoek;
- 4 benodigdheden;
- 5 waarneming;
- 6 conclusie.

3

Kleur bij katten

Bijna de helft van alle huishoudens heeft een kat als huisdier. Misschien heb jij thuis ook katten. Je weet dan dat katten erg van elkaar verschillen als het gaat om het uiterlijk. Er is veel variatie in de kleur van de vacht. Erfelijkheid speelt daarbij een belangrijke rol.

BASISKLEUREN

Een kat heeft 19 paar chromosomen in elke celkern. Net als bij andere zoogdieren bestaat één paar chromosomen uit twee geslachtschromosomen. Een poes heeft twee X-chromosomen, een kater heeft een X- en een Y-chromosoom. Via de eikel geeft een poes dus altijd een X-chromosoom door aan de jonge dieren. Een kater geeft via de zaadcel een X- of een Y-chromosoom door. De geslachtschromosomen van beide geslachten spelen een rol bij het doorgeven van de vachtkleur.

▼ Afb. 83 Rode kater.



▼ Afb. 84 Schildpadkat.



De basiskleuren van een kat zijn zwart, rood of zwartrood (schildpadkat). Katten hebben op de geslachtschromosomen een gen voor de basiskleur. Het gen dat informatie voor een rode vacht doorgeeft, geven we aan met O. Informatie voor een zwarte vacht wordt doorgegeven door het gen o. Het gen voor de basiskleur van de vacht komt alleen voor op het X-chromosoom. Je geeft dat aan met XO of Xo.

Een poes kan homozygoot zijn voor de vachtkleur. Bij het genotype XOXO is de vachtkleur rood (zie afbeelding 83). Bij het genotype XoXo is de vachtkleur zwart. Het dier kan ook heterozygoot zijn. In dat geval is het genotype XOXo. De kat heeft dan rode en zwarte vlekken (schildpadkat; zie afbeelding 84). Een kater heeft als genotype XOY of XoY. Het gen voor de rode of de zwarte vacht komt wel op het X-chromosoom voor, maar niet op het Y-chromosoom. Bij het genotype XOY is de kater rood. Een kater met het genotype XoY heeft een zwarte vacht.

ANDERE INVLOEDEN

Naast de genen voor de basiskleur bestaan er nog allerlei andere genen die invloed hebben op de vachtkleur van een kat. Deze genen zorgen ervoor dat bij sommige katten de vacht effen is terwijl andere katten een vacht hebben met een tekening. Daarnaast zijn er ook genen voor een witte vacht, witte vlekken of een verdunde kleur. Een kat met een verdunde kleur is bijvoorbeeld blauwachtig of crème van kleur.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 145

Examentrainer

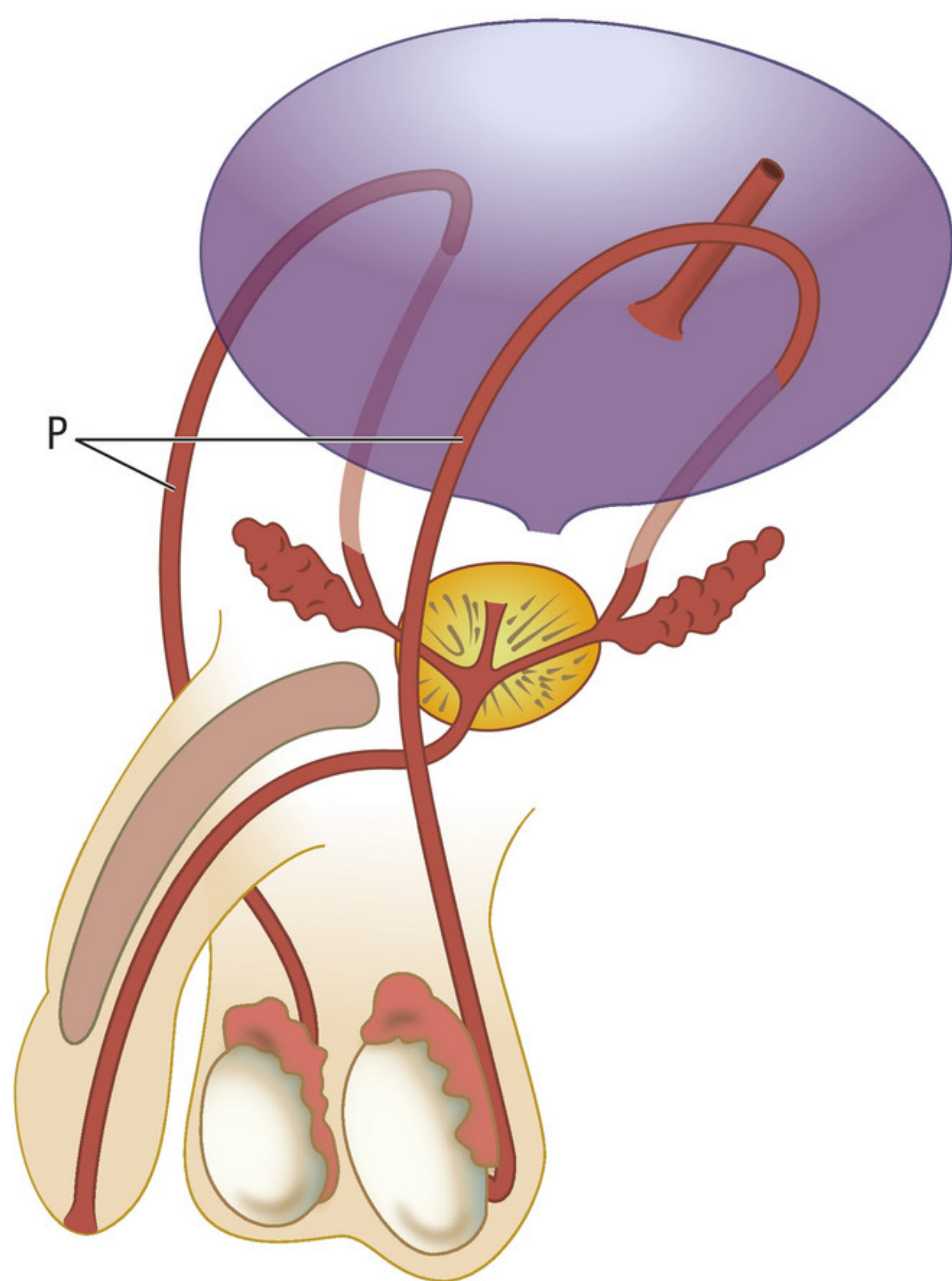
TAAISLIJMZIEKTE

Naar: examen vmbo-gt 2014-1, vraag 6 tot en met 8.

Taaismlijmziekte is een ziekte waarbij slijm dat in het lichaam wordt gemaakt, abnormaal dik en taai is. Dit veroorzaakt problemen in verschillende orgaanstelsels.

Bij veel jongens met taaismlijmziekte bevat het sperma alleen zaadvocht en geen zaadcellen. Zij zijn daardoor onvruchtbaar. Bij deze jongens ontbreken de zaadleiters (in afbeelding 85 aangegeven met de letter P).

▼ Afb. 85 Mannelijk geslachtsorgaan.

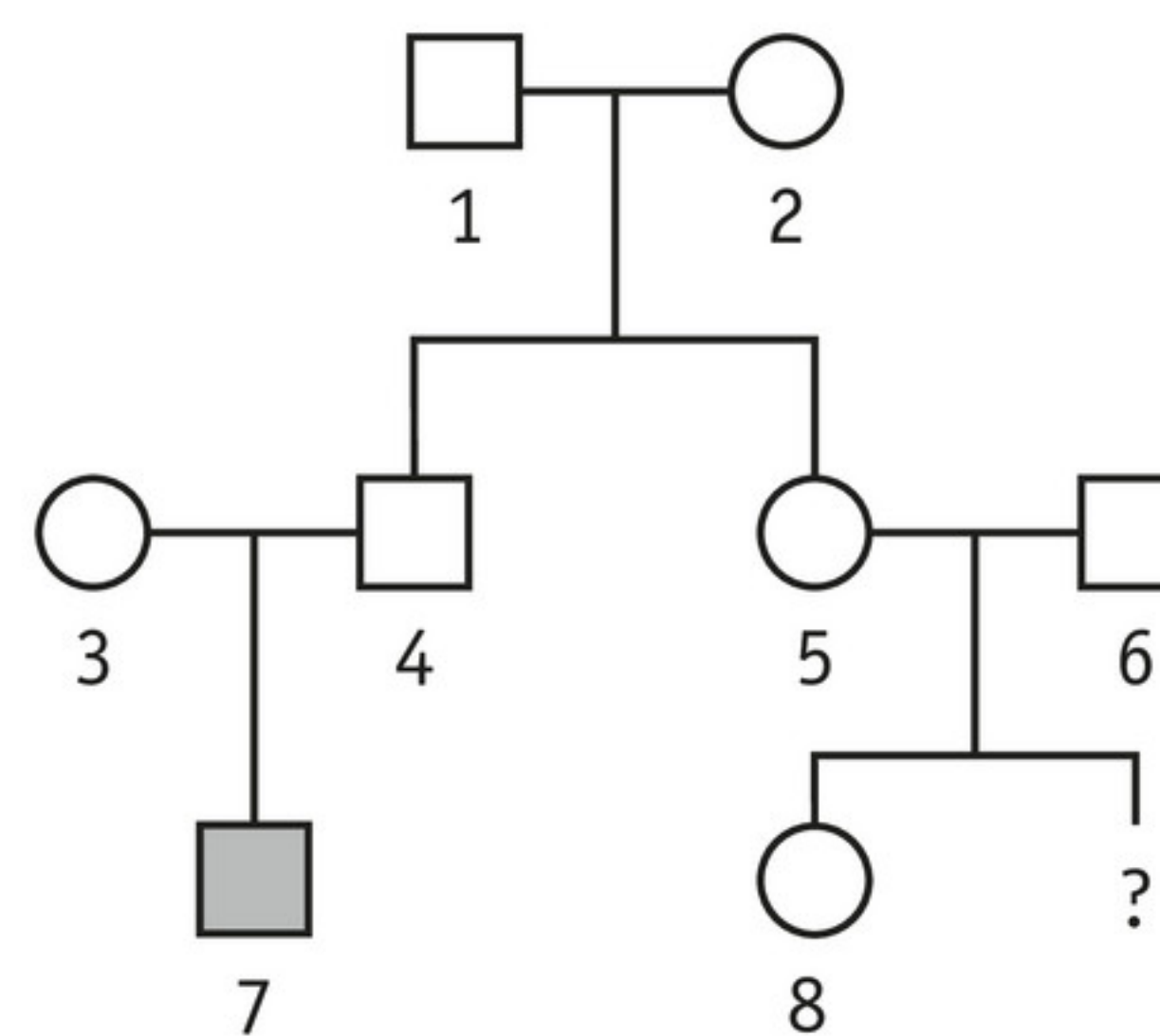


Taaismlijmziekte wordt veroorzaakt door een recessief gen (a).

In afbeelding 86 zie je een stamboom van een familie waarin de ziekte voorkomt.

- 1p **1** Wat is het genotype van nummer 7 in de stamboom?
- A AA.
 - B Aa.
 - C aa.

▼ Afb. 86 Stamboom.



Legenda:

- □ = geen taaismlijmziekte
- = taaismlijmziekte

Nummer 5 en 6 in de stamboom zijn beiden heterozygoot voor het gen dat taaismlijmziekte veroorzaakt. Ze krijgen nog een dochter.

- 1p **2** Hoe groot is de kans dat deze dochter geen taaismlijmziekte heeft?
- A 0%.
 - B 25%.
 - C 50%.
 - D 75%.
 - E 100%.

Taaismlijmziekte is vast te stellen door prenataal onderzoek van cellen van de baby.

Er zijn drie methoden die worden gebruikt bij prenataal onderzoek:

- 1 echoscopie;
- 2 vlokkentest;
- 3 vruchtwaterpunctie.

- 1p **3** Bij welke van deze methoden worden cellen van de ongeboren baby weggenomen?
- A Alleen bij 1.
 - B Alleen bij 2.
 - C Alleen bij 3.
 - D Zowel bij 1 als bij 2.
 - E Zowel bij 1 als bij 3.
 - F Zowel bij 2 als bij 3.

ANDALUSIËRS

Bron: examen vmbo-gt 2014-1, vraag 18.

Bij het kippenras Andalusiërs zijn er drie verschillende fenotypen voor de verenkleur: zwart, wit en blauw. De blauwe kleur is een intermediair fenotype.

Een blauwe kip wordt gekruist met een blauwe haan.

- 1p 4 Hoe groot is de kans dat een nakomeling uit deze kruising blauwe veren heeft?

A 0%.
B 25%.
C 50%.
D 75%.
E 100%.

Plusvraag

COSMETISCHE INGREPEN

Naar: examen havo 2014-1 (pilot), vraag 1.

Lucy volgt lessen op een highschool in de USA. In 3-havo had zij tijdens een uitwisselingsproject een Amerikaanse studente in Nederland te gast en via hetzelfde project verblijft Lucy nu zes maanden in Amerika. Wat haar blijft verbazen, zijn de plastisch chirurgische ingrepen die haar nieuwe vriendinnen vanzelfsprekend vinden. Een 'nosejob' oftewel neuscorrectie lijkt bijna het standaardcadeau voor de zestiende verjaardag.

Lucy's vriendin Charlene wil zo'n neuscorrectie. Zij heeft een Romeinse (licht gebogen) neus (zie afbeelding 87.1). De neusvorm wordt erfelijk bepaald. Het gen voor een Romeinse neus is dominant ten opzichte van het gen voor een rechte neus (zie afbeelding 87.2).

In afbeelding 88 zijn twee stambomen van Charlenes familie weergegeven. In één van de twee is de overerving van het gen voor de eigenschap gebogen neus en rechte neus weergegeven; de andere stelt de overerving voor van een gen voor een andere eigenschap.

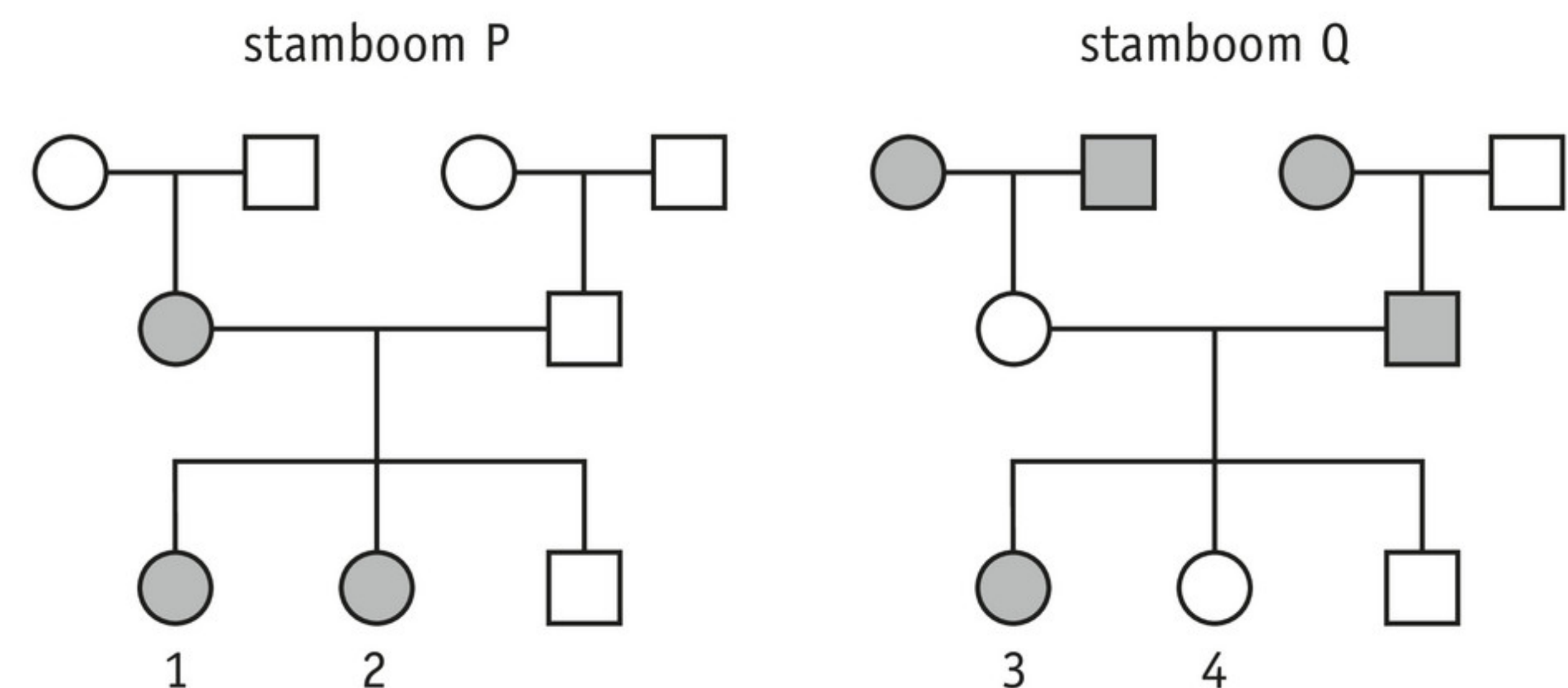
▼ Afb. 87 Neuzen.



1 kromme neus

2 rechte neus

▼ Afb. 88 Stamboom.



Legenda:

♂ □ of ■
♀ ○ of ●

- 2p 5 In welke stamboom is de overerving van het gen voor de neusvorm weergegeven? En welke persoon in die stamboom stelt Charlene voor?

	<i>Stamboom</i>	<i>Charlene</i>
A	P	persoon 1
B	P	persoon 2
C	Q	persoon 3
D	Q	persoon 4

4

Ordening en evolutie



BASISSTOF

- 1 Organismen ordenen
- 2 De evolutietheorie
- 3 Argumenten voor evolutie
- 4 Ontwikkeling van het leven op aarde
- 5 Bacteriën en schimmels
- 6 Planten
- 7 Dieren
- 8 Organismen determineren

152
158
162
166
172
176
179
187

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

190
195

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Het vogelbekdier
- 2 Werken met contexten
- 3 Practicum: De mossel

207
208
209

EXAMENTRAINER

210



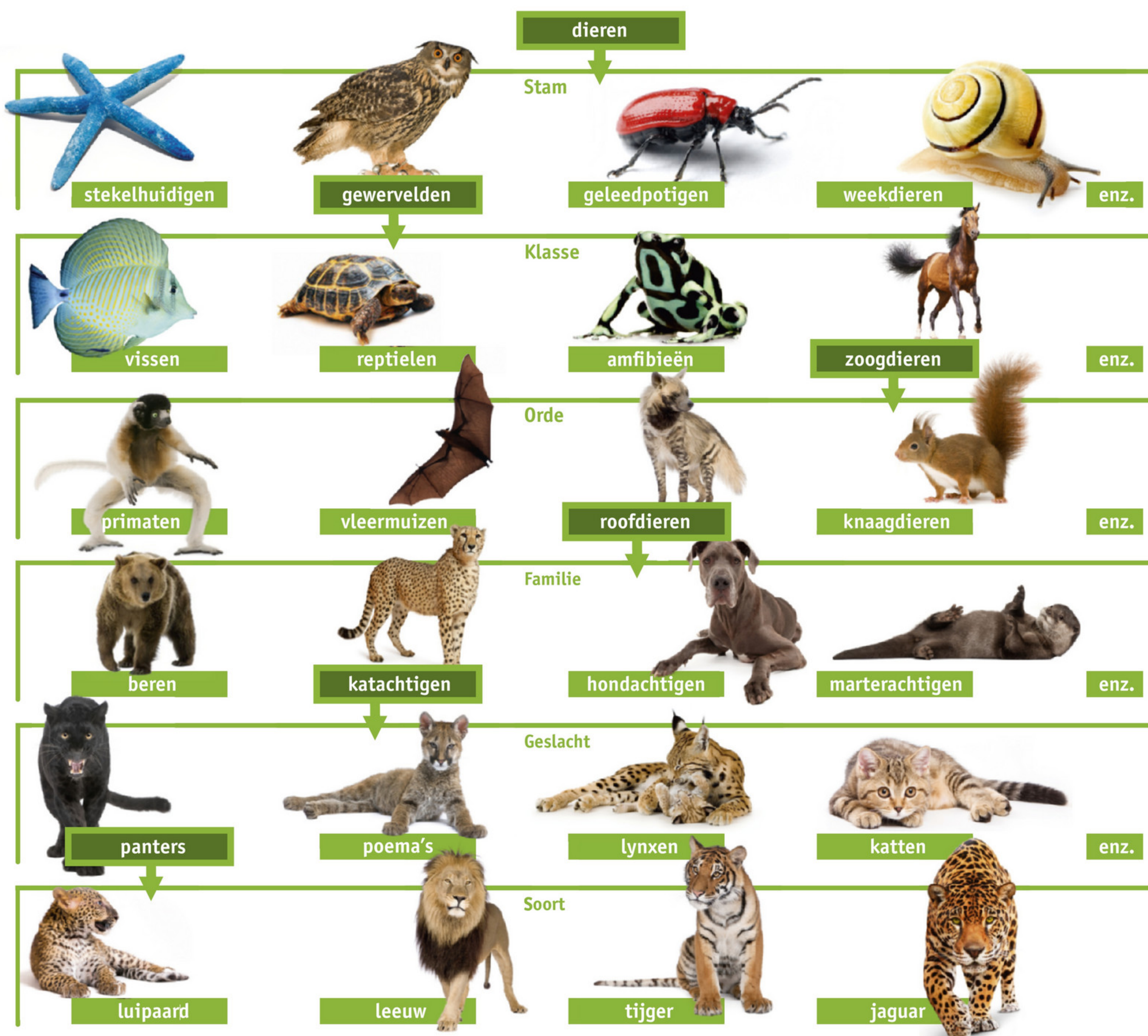
In Nederland leven maar liefst 45 000 soorten schimmels, planten, dieren en andere organismen. Deze soorten hebben niet altijd bestaan. In miljarden jaren tijd zijn soorten ontstaan en veranderd dankzij evolutie. Er is ordening nodig om al die soorten uit elkaar te houden. Ordenen is het indelen van organismen in groepen. Daarbij let je op gemeenschappelijke kenmerken. In dit thema leer je hoe biologen organismen ordenen en hoe evolutie waarschijnlijk in zijn werk is gegaan.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

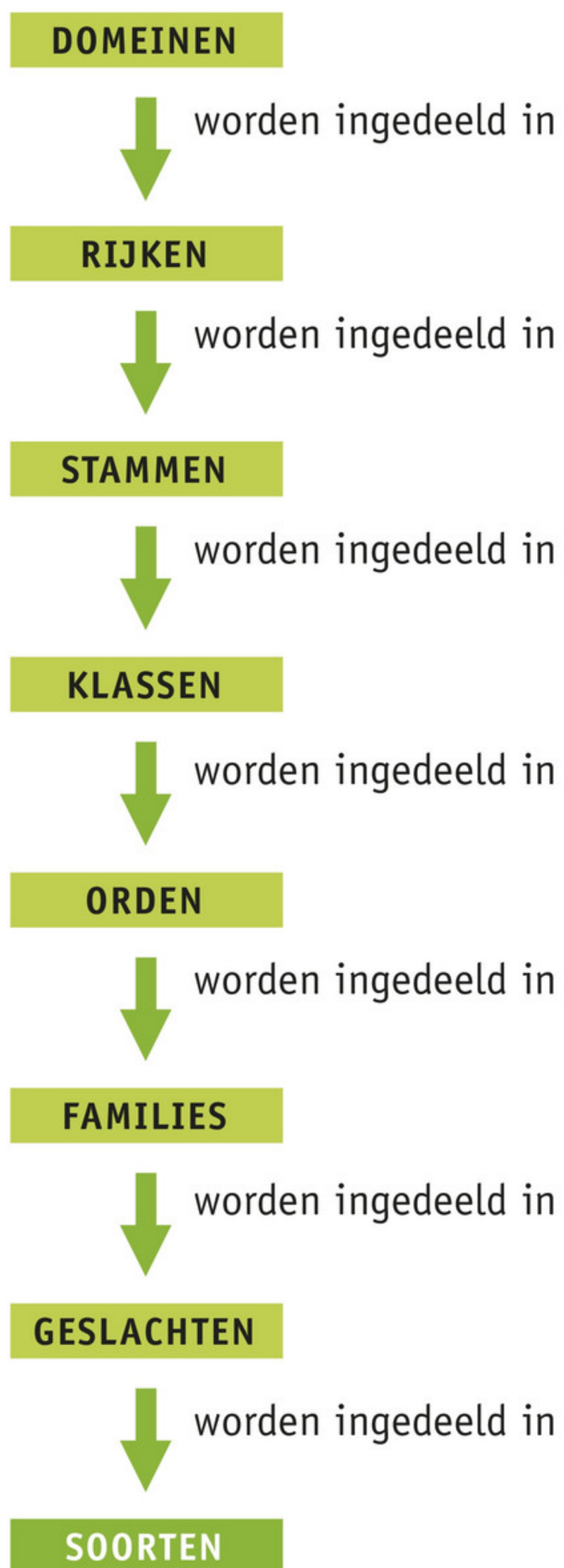
1 Organismen ordenen

Op aarde leven meer dan acht miljoen soorten organismen, zoals gorilla's, brandnetels, regenwormen en mensen. Biologen delen deze organismen in op grond van **gemeenschappelijke kenmerken**. Zo hebben tijgers en panthers veel gemeenschappelijke kenmerken. Ze hebben een warme vacht, scherpe tanden en ze eten vlees. Ze behoren allebei tot de katachtigen.

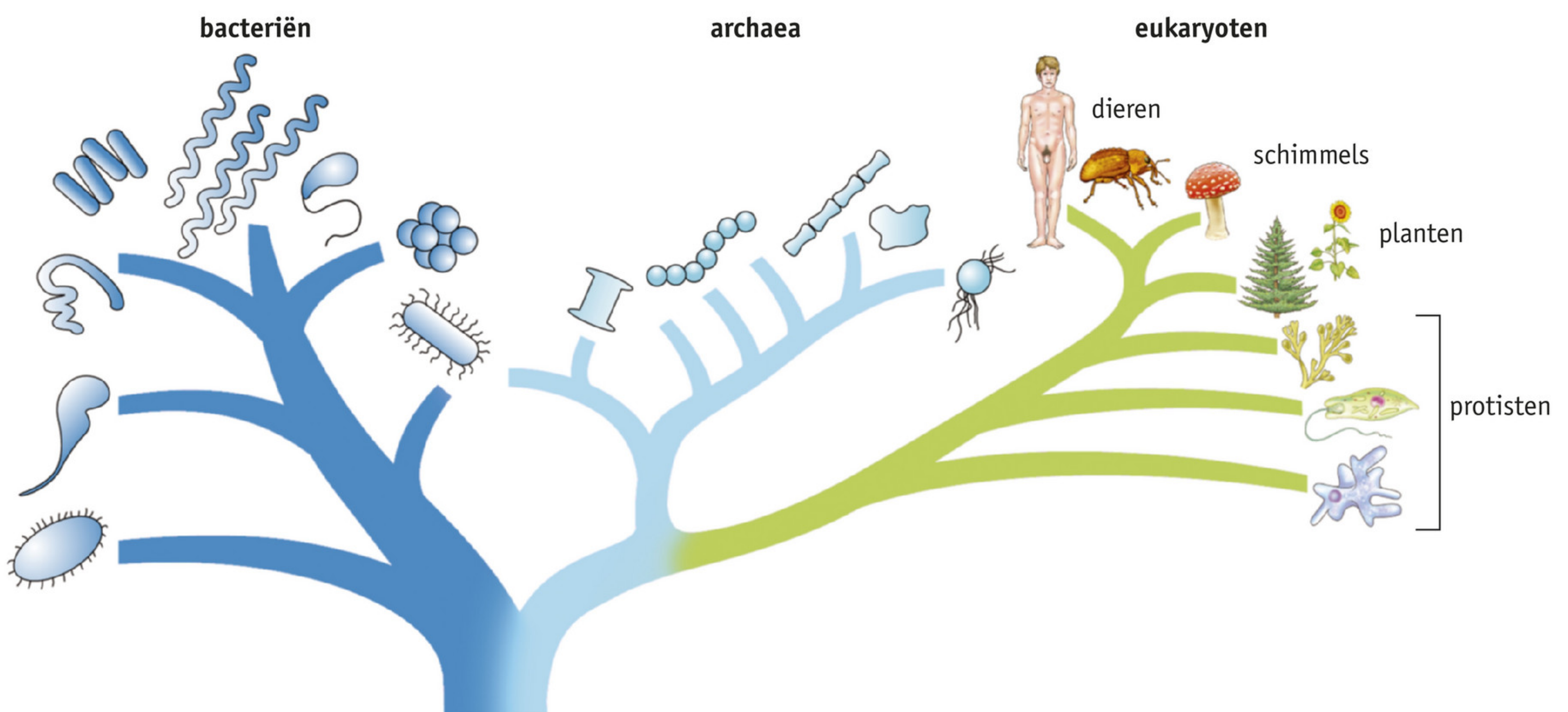
▼ **Afb. 1** De verdere indeling van het dierenrijk.



▼ **Afb. 2** Indeling van organismen in steeds kleinere groepen.



▼ **Afb. 3** Indeling van organismen in drie domeinen.



INDELEN IN GROEPEN

Het indelen van organismen wordt ook wel **ordening** genoemd. Je kunt organismen ordenen in groepen op basis van hun kenmerken. De bekendste groep is de **soort**. Tot een soort behoren alle organismen die zich onderling kunnen voortplanten.

Sommige soorten hebben zoveel gemeenschappelijke kenmerken, dat ze bij elkaar horen in een **geslacht**. Zo behoren de leeuw en de luipaard allebei tot het geslacht van de panthers. Sommige geslachten hebben zoveel gemeenschappelijke kenmerken, dat ze bij elkaar horen in een **familie**, bijvoorbeeld de familie van de katachtigen. De indeling kun je zien in afbeelding 1.

Katachtigen horen samen met hondachtigen, beren en andere families tot de roofdieren. Je noemt de roofdieren een **orde**. Alle dieren in deze orde vinden voedsel door te jagen.

Sommige orden gaan weer samen in een **klasse**. Zo behoren de orden roofdieren en knaagdieren allebei tot de klasse van de zoogdieren.

Alle zoogdieren zijn warmbloedig en voeden (zogen) hun jongen met borstvoeding.

De klassen kun je weer samenvoegen tot **stammen**. In de stam van de gewervelden komen bijvoorbeeld de klassen zoogdieren en vissen voor. Alle gewervelden hebben een inwendig skelet en een wervelkolom.

De gewervelden behoren samen met andere stammen tot het **rijk** van de dieren. Ook de mens (een soort) valt onder het rijk der dieren.

Alle organismen kunnen worden ingedeeld in steeds grotere groepen. De vetgedrukte woorden geven telkens het niveau aan waarop de organismen zijn geordend. In afbeelding 2 zie je deze niveaus van groot naar klein.

DOMEINEN

Op het hoogste niveau worden alle soorten op aarde ingedeeld in drie groepen. Deze groepen worden ook wel **domeinen** genoemd. De indeling in domeinen staat in afbeelding 3. De drie domeinen zijn de bacteriën, de archaea en de eukaryoten.

- De **eukaryoten** zijn het bekendste domein. Tot de eukaryoten, behoren alle **planten, dieren, schimmels** en **protisten**. Protisten zijn eukaryote organismen die niet goed in te delen zijn. Ze kunnen kenmerken hebben van zowel schimmels, dieren als planten. Wetenschappers zijn het daarom nog niet over de indeling van protisten eens.
- De soorten uit het domein **bacteriën** zijn kleiner dan de eukaryoten, maar ze spelen een belangrijke rol in je leven. Ze kunnen je bijvoorbeeld ziek maken of juist helpen je gezond te houden. In je darmen leven honderden soorten bacteriën.
- De organismen van het domein **archaea** lijken op bacteriën, maar ze hebben bijzondere eigenschappen. Ze kunnen bijvoorbeeld leven bij een hoge temperatuur, zoals bij vulkanen.

KENMERKEN

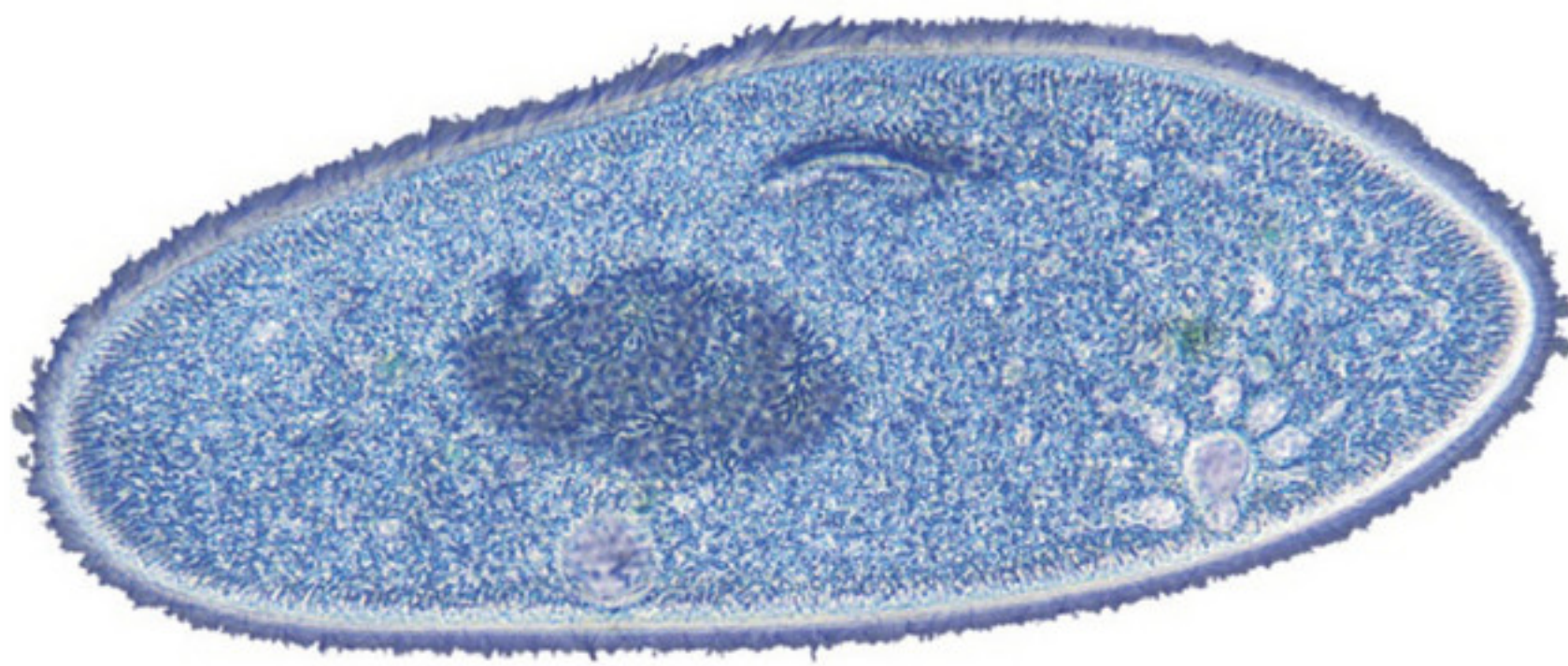
Bij de indeling van organismen in domeinen en rijken letten we op verschillende kenmerken. Een van deze kenmerken is het aantal cellen waaruit organismen bestaan. Andere kenmerken zijn de aanwezigheid van celkernen, van celwanden, van bladgroenkorrels en de grootte van cellen.

AANTAL CELLEN

Er zijn eencellige organismen en meercellige organismen. Bacteriën en archaea zijn **eencellige organismen**.

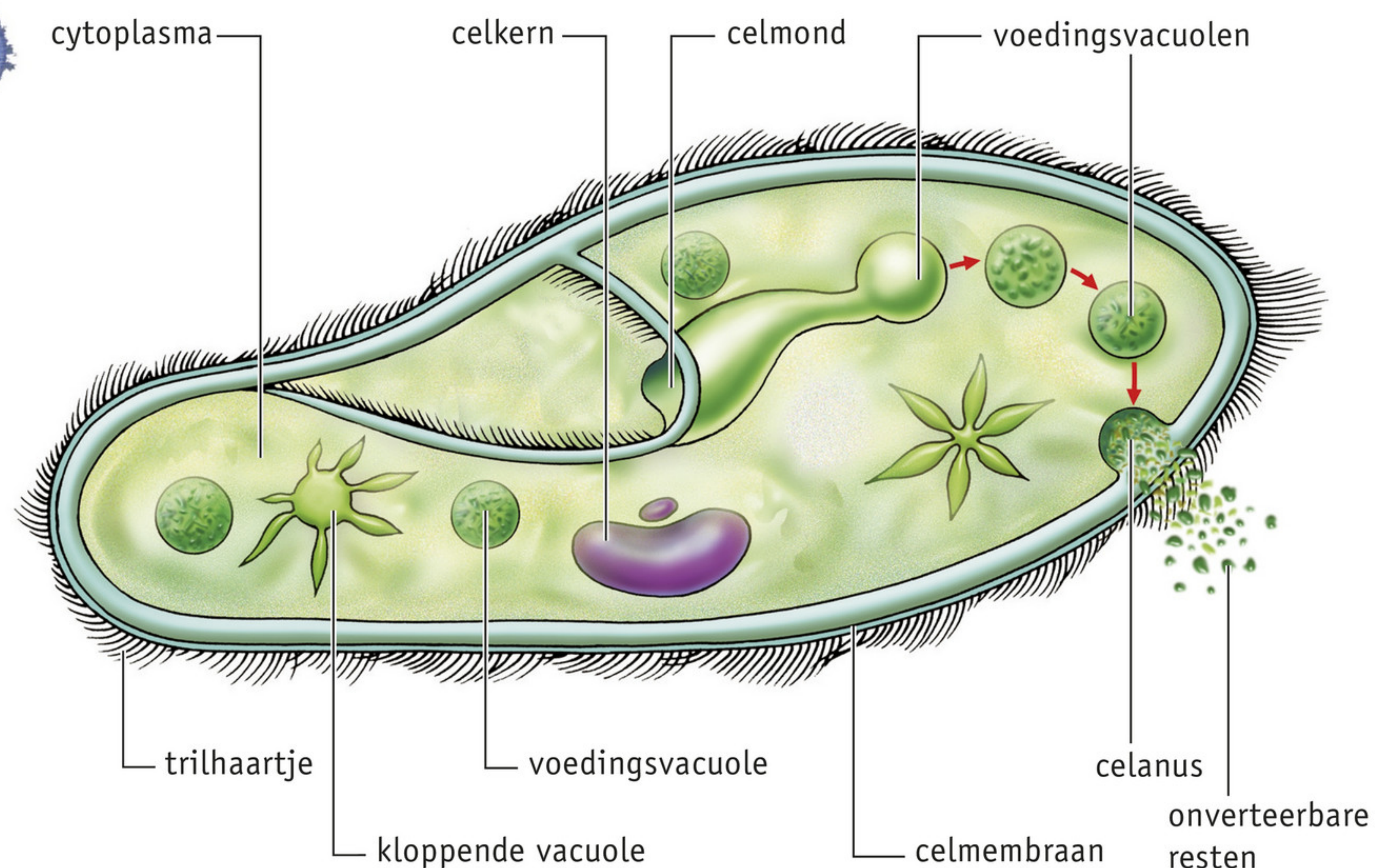
Bij planten en dieren komen alleen meercellige soorten voor. Schimmels kunnen eencellig en meercellig zijn. Bij de meeste **meercellige organismen** zien niet alle cellen er hetzelfde uit. De cellen vertonen verschillen in bouw en functie. Bij meercellige organismen komen dan ook weefsels en organen voor. De meeste protisten zijn eencellig. Een pantoffeldiertje is een protist met kenmerken van dierlijke cellen (zie afbeelding 4).

▼ **Afb. 4** Een pantoffeldiertje is eencellig.



1 microscopische foto (vergroting 2000x)

WB PRACTICUM 1 BLZ. 196



2 schematische tekening

AANWEZIGHEID VAN CELKERNEN

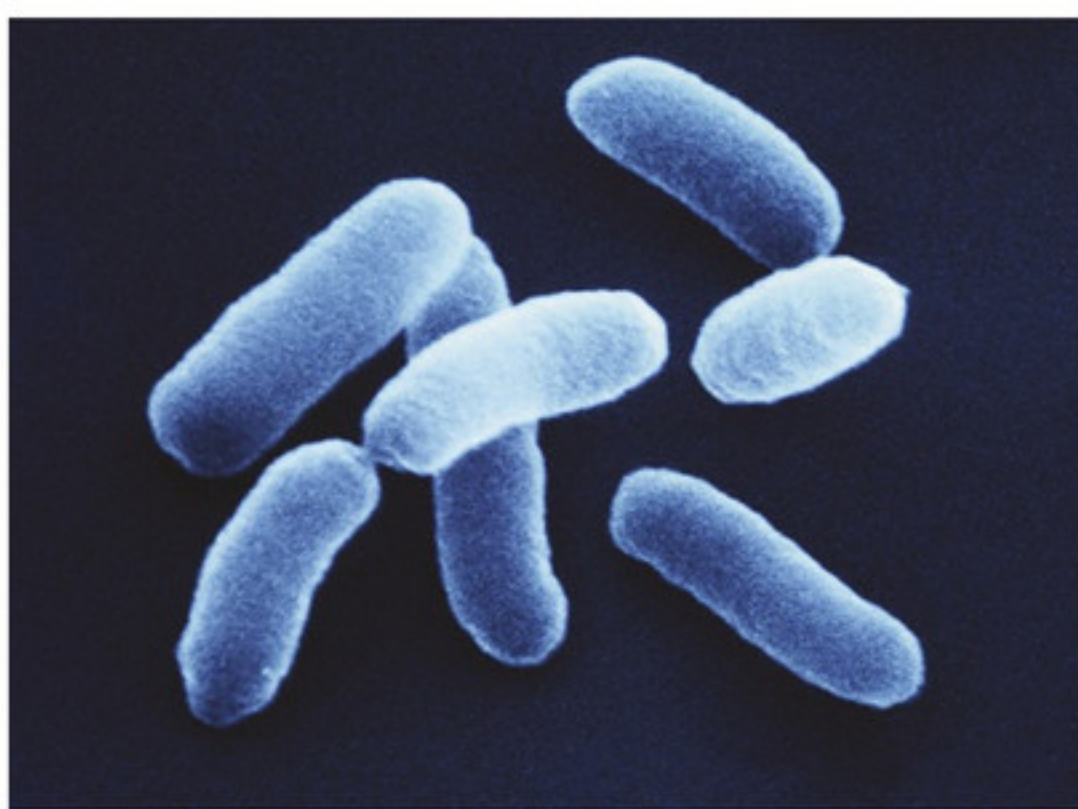
Bacteriën en archaea onderscheiden zich van alle andere organismen, doordat ze geen **celkern** hebben. Schimmels, planten, dieren en protisten bezitten duidelijke celkernen. Daarom behoren ze tot het domein eukaryoten (Grieks: *eu* = echt, *karyon* = kern).

In thema 1 Organen en cellen heb je geleerd dat een celkern door het kernmembraan gescheiden is van het cytoplasma. In een celkern komen chromosomen voor. Een bacterie heeft geen kernmembraan. De chromosomen van bacteriën en archaea liggen los in het cytoplasma.

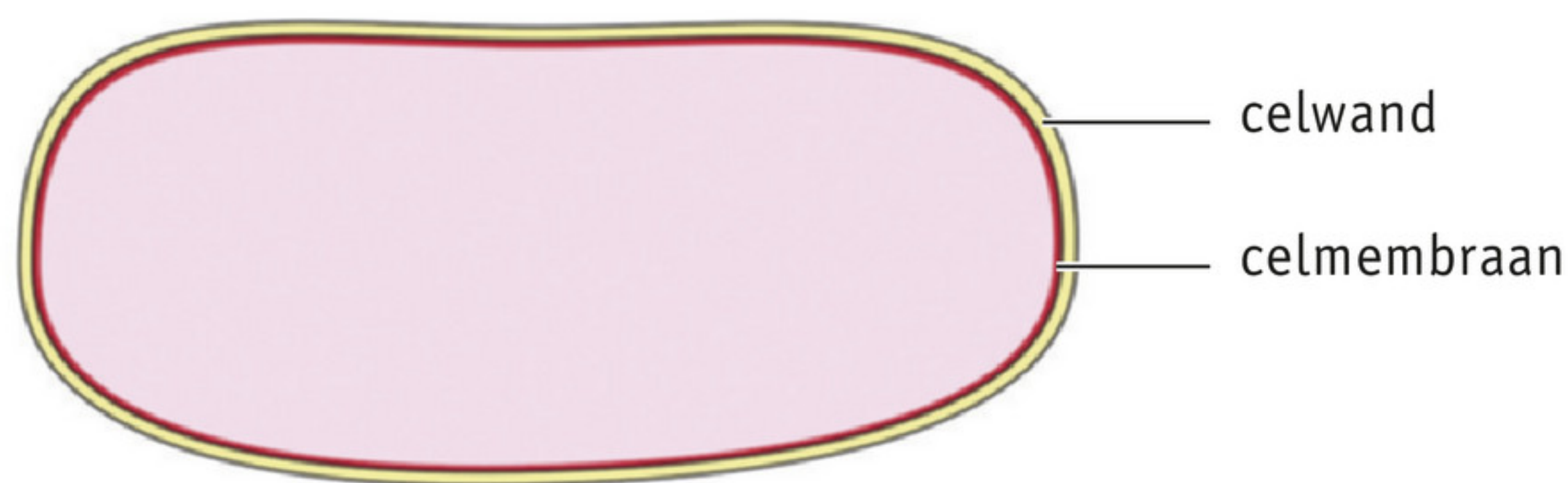
AANWEZIGHEID VAN CELWANDEN

Dieren onderscheiden zich van alle andere organismen, doordat ze om hun cellen geen **celwanden** hebben. Bacteriën, archaea, schimmels en planten hebben wel celwanden om hun cellen.

▼ **Afb. 5** De kenmerken van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

1 HET DOMEIN VAN DE BACTERIËN

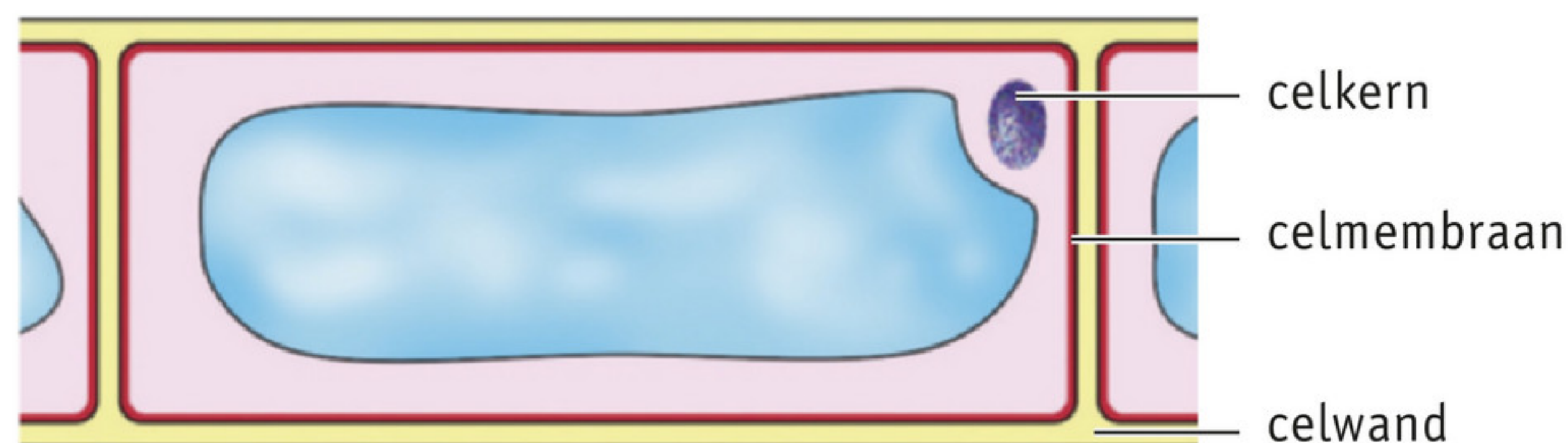
altijd eencellig



een cel met de kenmerken (vergroting: 20 000×)

2 HET RIJK VAN DE SCHIMMELS

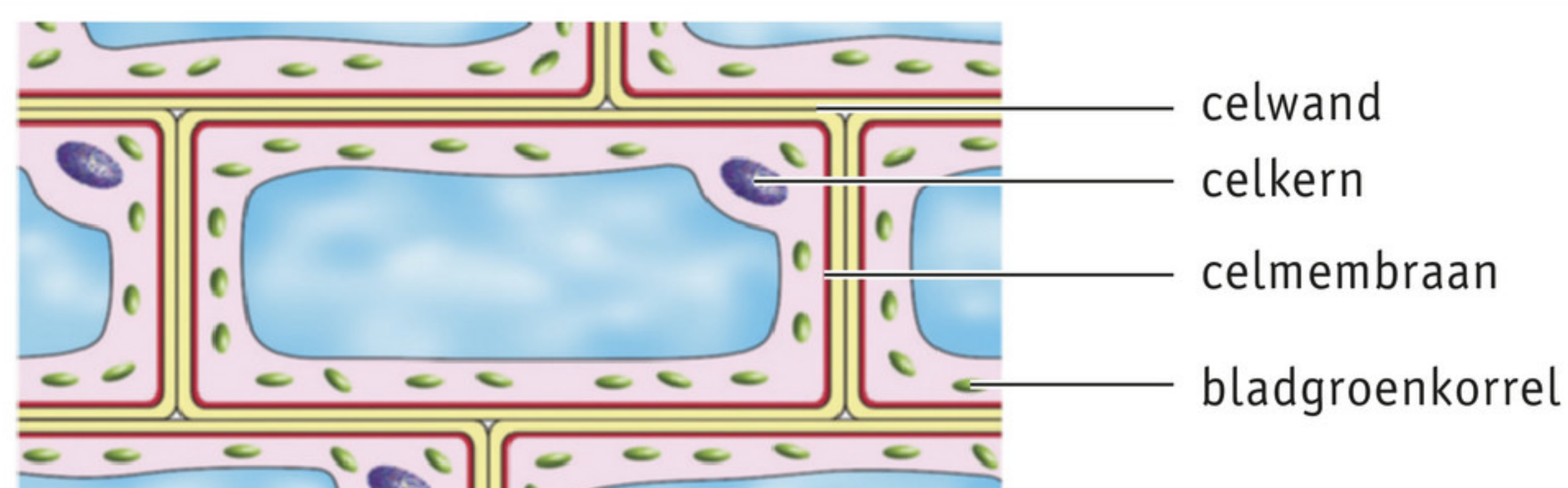
eencellig of meercellig



een cel met de kenmerken (vergroting: 1100×)

3 HET RIJK VAN DE PLANTEN

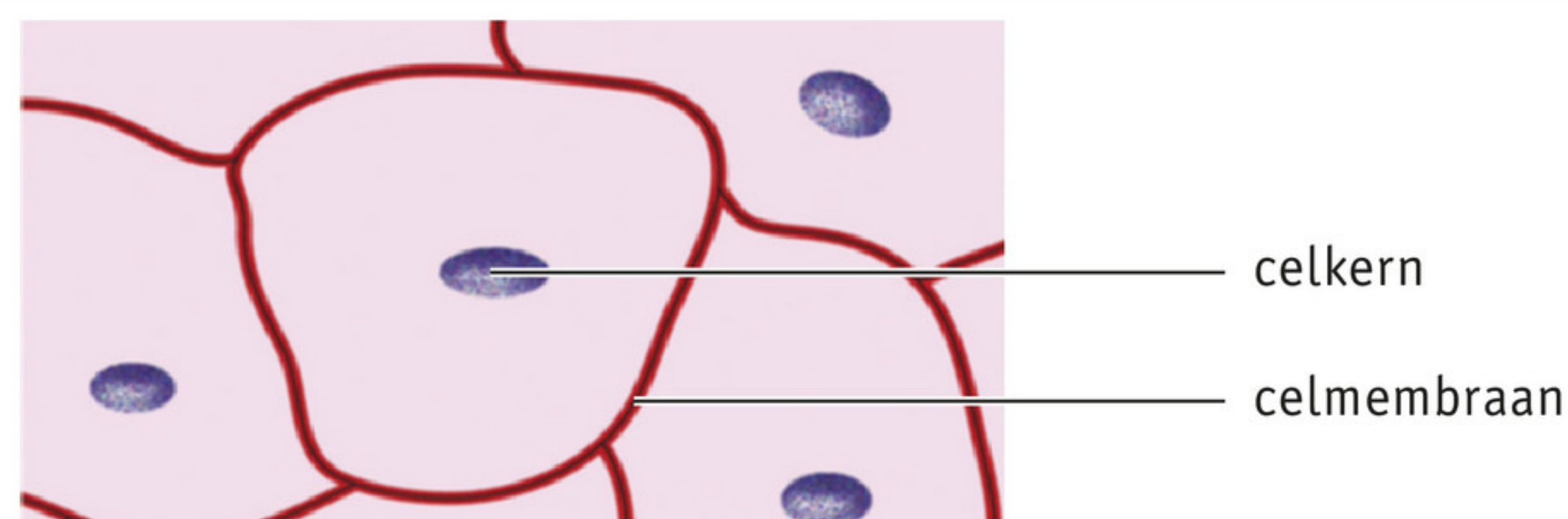
meercellig



een cel met de kenmerken (vergroting: 900×)

4 HET RIJK VAN DE DIEREN

meercellig



een cel met de kenmerken (vergroting: 600×)

AANWEZIGHEID VAN BLADGROENKORRELS

Bij planten komen in het cytoplasma van veel cellen **bladgroenkorrels** voor. Bacteriën, archaea, schimmels en dieren hebben geen bladgroenkorrels. In bladgroenkorrels vindt **fotosynthese** plaats.

RELATIEVE GROOTTE

De cellen van organismen verschillen in grootte. Een bacteriecel is veel kleiner dan de meeste cellen van eukaryoten. De grootte in verhouding tot andere organismen noem je de **relatieve grootte**.

In afbeelding 5 is van bacteriën, schimmels, planten en dieren één soort organisme als voorbeeld gegeven. Daarbij staan de kenmerken van deze groepen organismen vermeld. Met behulp van de vergrotingsfactor kun je de grootte van de cellen berekenen.

▼ **Afb. 6** Twee verschillende soorten olifanten.



1 Afrikaanse olifant



2 Indische olifant

▼ **Afb. 7** Twee rassen van dezelfde soort.



1 dwergteckel

2 Duitse dog

SOORTEN EN RASSEN

Organismen die veel op elkaar lijken, hoeven niet tot dezelfde soort te behoren. Een Afrikaanse olifant en een Indische olifant lijken veel op elkaar, maar ze behoren tot verschillende soorten (zie afbeelding 6).

Organismen behoren tot één soort als ze samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen. De nakomelingen die ze krijgen, moeten zich ook weer kunnen voortplanten. De nakomelingen moeten dus **vruchtbaar** zijn.

Een dwergteckel en een Duitse dog lijken veel minder op elkaar dan de olifanten, maar behoren wel tot één soort (zie afbeelding 7). Het zijn twee verschillende rassen van de soort hond. Een **ras** is een groep organismen binnen een soort, die sterker op elkaar lijken dan andere groepen van dezelfde soort. Doordat een dwergteckel en een Duitse dog tot dezelfde soort horen, kunnen zij zich wel samen voortplanten.

▼ Afb. 8

Chiweenie

Tinkerbelle Hilton was de hond van de schatrijke en beroemde miljonairsdochter Paris Hilton. Tinkerbelle was een chihuahua. Dat is het kleinste hondenras ter wereld. Wanneer een chihuahua met een teckel wordt gekruist, ontstaat een bijzondere combinatie: een chiweenie (zie foto 3). Deze kruising heeft de grote ogen van een chihuahua en het hotdogachtige lijf van een teckel. Vandaar de naam 'Weenie' (Engels voor knakworst). Ook zijn vleermuisachtige oren zijn opvallend. Veel mensen vinden de chiweenie schattig.

De chiweenie is een voorbeeld van een *designer dog*, een kruising van twee bestaande rassen. Designerdogs zijn populair doordat ze een unieke mix aan eigenschappen bezitten. De chiweenie heeft zijn schattigheid overigens niet alleen maar aan zijn grote ogen, oren en lange lijf te danken. Hij is ook nog eens zo klein dat je hem gemakkelijk op je arm kunt dragen. En dat lijkt een ware rage te zijn geworden.



1 teckel



2 chihuahua



3 chiweenie

WB OPDRACHT 1 T/M 10 BLZ. 148

2 De evolutietheorie

Ijsberen zijn wit en vallen hierdoor niet op als ze hun prooi besluipen op de Noordpool. Cactussen hebben geen bladeren en verliezen daardoor minder water in de droge woestijn. Organismen zijn aangepast aan hun omgeving, zodat ze beter kunnen overleven.

EVOLUTIE

De biologie gaat ervan uit dat de levensvormen op aarde in de loop van zeer lange tijd zijn ontstaan en veranderd. Dit wordt **evolutie** genoemd. Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.

Charles Darwin is de belangrijkste grondlegger van de **evolutietheorie**. Er zijn veel feiten die deze theorie erg aannemelijk maken. Deze feiten vormen **argumenten** voor de evolutietheorie. In basisstof 3 leer je de belangrijkste argumenten kennen.

De evolutietheorie gaat uit van veranderingen in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.

VERANDERINGEN IN GENOTYPEN

Vrijwel alle organismen leven samen met soortgenoten in een populatie. Een **populatie** is een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten. In thema 3 Erfelijkheid heb je geleerd dat bij **geslachtelijke voortplanting** telkens nieuwe genotypen ontstaan. Ook heb je geleerd dat er in het genotype van een individu **mutaties** kunnen optreden. Dat zijn plotselinge veranderingen van het genotype.

Door geslachtelijke voortplanting en door mutaties treffen we in een populatie voortdurend andere genotypen aan. Hierdoor komen in een populatie ook voortdurend andere fenotypen voor. Slakken van dezelfde soort kunnen bijvoorbeeld verschillend gekleurde huisjes hebben (zie afbeelding 9). De kleur van het huisje wordt bepaald door het genotype van de slak.

NATUURLIJKE SELECTIE

Organismen krijgen meestal veel nakomelingen. Eén slak bijvoorbeeld kan honderden nakomelingen krijgen. Niet voor al deze slakken is genoeg voedsel beschikbaar. De nakomelingen blijven dan ook niet allemaal in leven. Slechts enkele nakomelingen worden volwassen en krijgen op hun beurt nakomelingen.

Niet alle slakken hebben een even grote **overlevingskans**. Slakken met een opvallend gekleurd huisje bijvoorbeeld, worden sneller opgemerkt door vogels die slakken eten (zie afbeelding 10). De kans is groot dat deze slakken worden opgegeten vóórdat ze zich hebben voortgeplant. Slakken met een goede schutkleur zullen langer in leven blijven. Deze slakken krijgen wel de kans zich voort te planten. Dit wordt 'het recht van de best aangepaste' genoemd (in het Engels: survival of the fittest). De nakomelingen van de best aangepaste slakken zullen de schutkleur van hun ouders erven.

▼ **Afb. 9** Verschillen in fenotype binnen een populatie slakken.



▼ **Afb. 10** Slakken met een opvallend gekleurd huisje worden eerder opgegeten door vogels.



Individen met een goede aanpassing aan het milieu hebben een grote overlevingskans. Hierdoor kunnen deze individuen veel nakomelingen krijgen. Individen met een minder gunstig genotype sterven snel en krijgen daardoor weinig of geen nakomelingen. **Natuurlijke selectie** is het verschijnsel dat individuen met bepaalde gunstige erfelijke eigenschappen in een bepaald gebied meer nakomelingen krijgen dan individuen zonder deze erfelijke eigenschappen. Door natuurlijke selectie blijft elke soort voortdurend goed aangepast aan het milieu.

Het genotype bepaalt voor een groot deel of een individu goed of slecht is aangepast aan het **milieu**. Met het milieu worden alle omstandigheden bedoeld die invloed kunnen hebben op een organisme. Voorbeelden zijn roofdieren, ziekten, voedsel, regen en kou. Een goede aanpassing aan het milieu is bijvoorbeeld een goede **schutkleur**, zoals bij een gekko en een krab (zie afbeelding 11.1). Een krab met een goede schutkleur valt minder op in het zand en wordt daardoor minder snel gezien door roofdieren.

Een poolvos en een woestijnvos horen allebei tot het geslacht van de vossen, maar leven in een heel ander milieu. Ze hebben behalve een schutkleur ook andere aanpassingen aan het milieu (zie afbeelding 11.2). De woestijnvos heeft grote oren en een dunne vacht. Hierdoor kan hij water verdampen en zijn lichaamswarmte kwijtraken. Een poolvos moet juist lichaamswarmte vasthouden. Hij heeft dan ook kleine oren en een dikke vacht.

▼ **Afb. 11** Dieren met een gunstige aanpassing.



1 dieren met een schutkleur: gekko en krab



2 dieren met verschillende aanpassingen: poolvos en woestijnvos

▼ **Afb. 12** Verschillende vormen van één soort.



1 vormen van cichliden in het Malawimeer



2 vormen van het veelkleurig Aziatisch lieveheersbeestje

HET ONTSTAAN VAN NIEUWE SOORTEN

Een populatie met veel verschillende genotypen en fenotypen heeft een grote overlevingskans. Als de milieuomstandigheden veranderen, is de kans groot dat er enkele individuen zijn die goed aan de nieuwe omstandigheden zijn aangepast. Deze individuen bezitten door mutatie toevallig de juiste genen. Daardoor hebben ze de juiste eigenschappen voor het veranderde milieu. In het veranderde milieu kunnen bijvoorbeeld dieren met een andere kleur de beste schutkleur blijken te bezitten. Dit kan tot gevolg hebben dat de individuen van de oorspronkelijke kleur uitsterven en de mutanten blijven voortbestaan. De soort is dan **geëvolueerd** (veranderd).

Het kan ook zijn dat beide vormen blijven bestaan. Er zijn dan mutanten en 'normale' individuen. Deze planten zich onderling voort. De vorm met de beste aanpassing aan het milieu komt dan het meest voor.

In basisstof 1 heb je geleerd wanneer twee organismen tot dezelfde soort behoren. Als de 'normale' individuen en de mutanten zich steeds met elkaar blijven voortplanten, blijven ze tot dezelfde soort behoren. Er zal dan geen nieuwe soort ontstaan. Wel kunnen er verschillende vormen van één soort ontstaan (zie afbeelding 12).

Als de verschillende vormen van een soort zich *niet* meer met elkaar voortplanten, kunnen op den duur verschillende soorten ontstaan. In de loop van de tijd kunnen de twee vormen steeds meer van elkaar gaan verschillen. De verschillen kunnen zó groot worden dat individuen van de twee vormen zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten (en daarbij vruchtbare nakomelingen krijgen). De twee vormen zijn dan twee verschillende soorten geworden (zie afbeelding 13).

▼ **Afb. 13**

Een nieuwe slakkensoort

Japanse onderzoekers hebben ontdekt dat één gen bepaalt in welke richting het huisje van een Japanse landslak draait. Bij deze slakkensoort draait het huisje gewoonlijk linksom. De onderzoekers hebben ook ontdekt dat een mutatie in het gen ervoor kan zorgen dat het huisje rechtsom draait. Hierdoor zijn er twee vormen van deze slakkensoort.

Twee slakken waarbij het huisje in tegenovergestelde richting draait, kunnen niet met hun geslachtsorganen bij elkaar komen. De huisjes zitten elkaar in de weg. Hierdoor kunnen slakken van de twee vormen zich niet met elkaar voortplanten. Een mutant waarvan het huisje rechtsom draait, kan zich alleen voortplanten als hij een

andere mutant tegenkomt die ook een rechtsomdraaiend huisje heeft. Die kans is maar heel klein. Of er een nieuwe slakkensoort zal ontstaan, is dus maar de vraag.



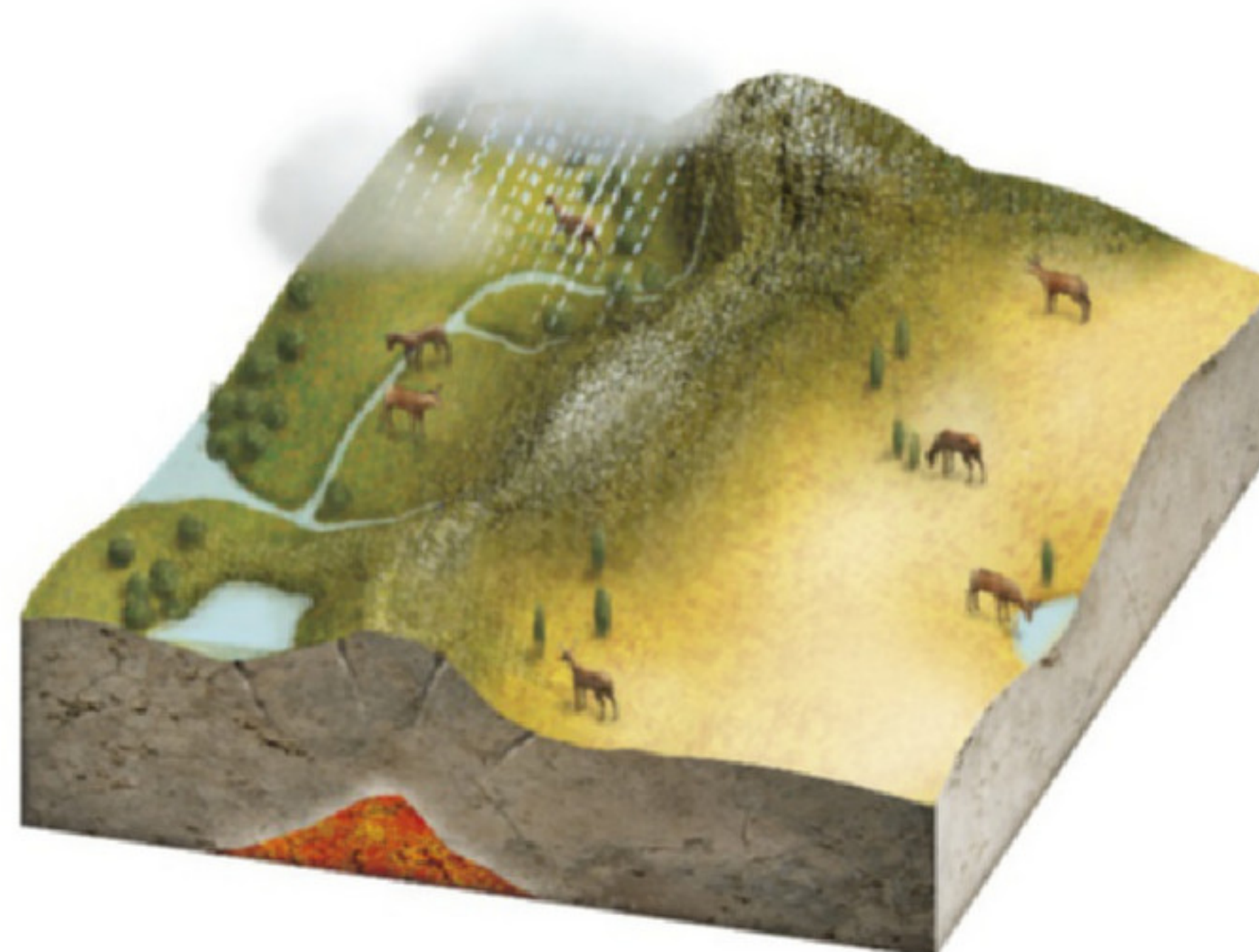
Een nieuwe soort kan ook ontstaan als individuen die oorspronkelijk tot dezelfde populatie behoorden, langdurig van elkaar **geïsoleerd** (gescheiden) raken. Een groep vogels bijvoorbeeld kan met een storm worden meegevoerd en op een eiland terechtkomen. Of een gebied wordt door een nieuwgevormde bergketen of een rivier in tweeën gesplitst. Ook de aanleg van een snelweg door een natuurgebied kan een populatie in tweeën splitsen. Er zijn dan twee nieuwe populaties ontstaan. Door de isolatie kunnen de individuen uit deze populaties zich niet meer onderling voortplanten. In de loop van de tijd kan bij beide populaties het milieu gaan verschillen. Door natuurlijke selectie vindt bij beide populaties aanpassing plaats aan deze verschillende milieus. Uiteindelijk kunnen twee soorten ontstaan uit de oorspronkelijke populatie (zie afbeelding 14).

WB OPDRACHT 11 T/M 19 BLZ. 152

► **Afb. 14** Ontstaan van een nieuwe soort door isolatie (schematisch).



1 Een populatie herten leeft in een bepaald gebied.



2 Er ontstaat een bergketen, waardoor de populatie in tweeën wordt gesplitst. Aan de ene kant van de bergketen valt veel regen, aan de andere kant ontstaat een droog klimaat.



3 Door natuurlijke selectie vindt bij beide populaties aanpassing plaats aan de nieuwe milieumomstandigheden. In de loop van miljoenen jaren verschillen de populaties zo sterk, dat er twee soorten zijn ontstaan.

3 Argumenten voor evolutie

▼ **Afb. 15** Fossielen.



1 versteende afdruk van een organisme



2 versteend organisme

► **Afb. 16** Van gevonden fossielen wordt een reconstructie gevormd.

Een hagedis met tanden zo groot als vleesmesses. Een vogel die evenveel weegt als zes volwassen mensen bij elkaar. Deze dieren hebben ooit op aarde geleefd, maar komen nu niet meer voor. Hun overblijfselen ondersteunen de evolutietheorie. Zij laten immers zien dat op aarde niet altijd dezelfde soorten hebben geleefd. Er zijn nog meer argumenten die de evolutietheorie ondersteunen. In deze basisstof leer je enkele van deze argumenten kennen.

FOSSIELEN

Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 15). Fossielen kunnen ontstaan als resten van organismen snel worden bedekt door sedimenten (afzettinglagen van bijvoorbeeld zand- of kleideeltjes). Bacteriën en schimmels krijgen dan onvoldoende tijd om de resten helemaal af te breken. Na lange tijd kunnen de sedimenten verstenen. Dat kan miljoenen jaren duren.

Van de meeste soorten organismen komen fossielen slechts in gesteentelagen van een bepaalde ouderdom voor. Voorbeelden hiervan zijn fossielen van dinosauriërs. In oudere en in jongere gesteentelagen komen deze fossielen niet voor. Blijkbaar hebben sommige soorten organismen alleen in een bepaalde periode geleefd en zijn ze daarna uitgestorven. Uit de fossielen blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan, veranderd en/of weer zijn verdwenen.

Er worden vaak alleen delen van een organisme teruggevonden als fossiel. Van de aapmens 'Lucy' werden bijvoorbeeld delen van het skelet gevonden (zie afbeelding 16). Aan de hand van deze delen werd een reconstructie gevormd. Deze reconstructie geeft een voorstelling hoe 'Lucy' eruit heeft gezien.



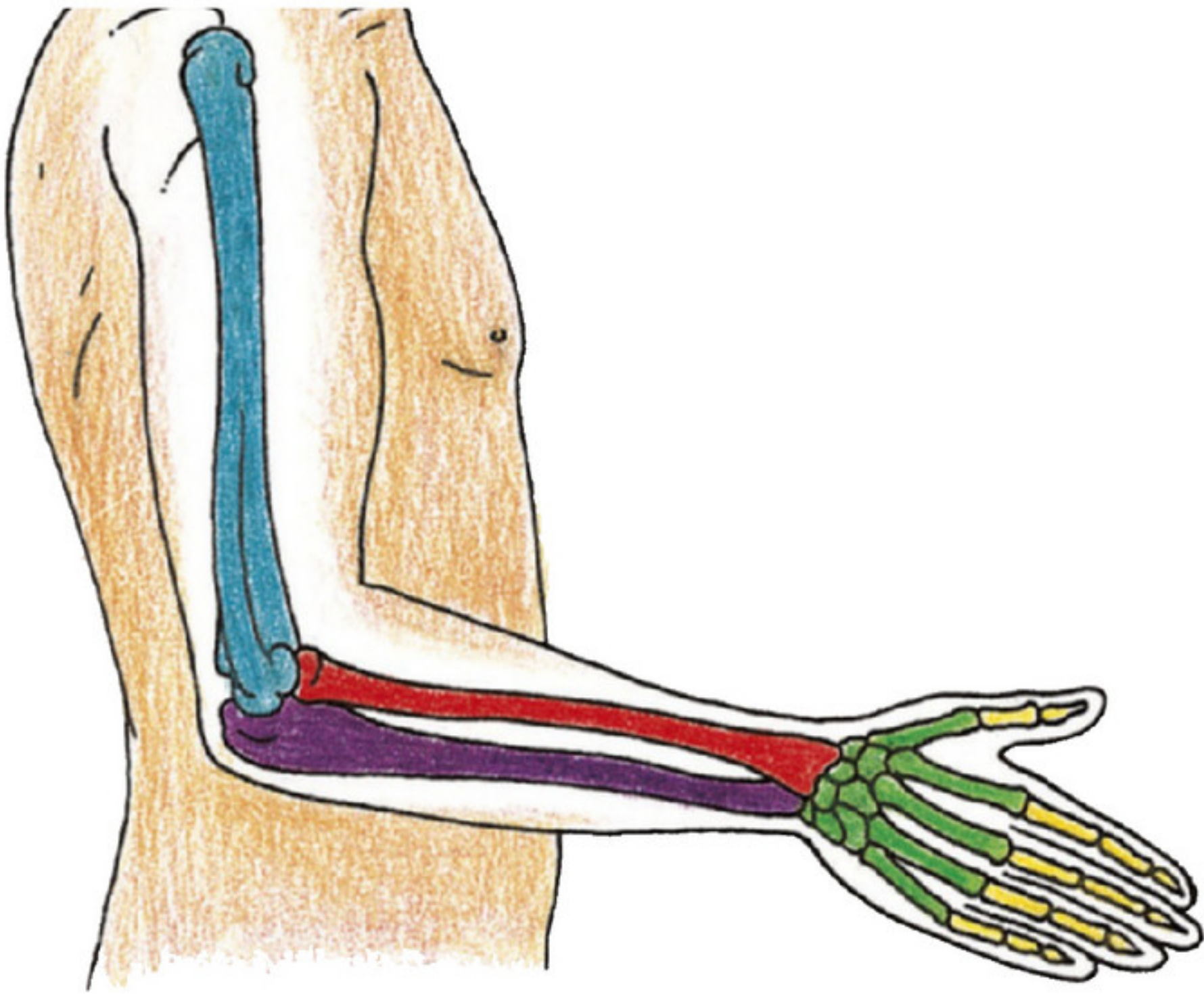
1 fossielen (3,2 miljoen jaar oud) van de aapmens 'Lucy', gevonden in 1972 in Ethiopië



2 reconstructie van het skelet van 'Lucy'

OVEREENKOMST IN BOUW

De vleugel van een arend, de voorpoot van een mol, de voorvin van een walrus en de arm van een mens hebben een verschillende functie. In afbeelding 17 zie je de skeletten van deze organen, met overeenkomstige beenderen in dezelfde kleur. Je ziet dat deze organen een grote **overeenkomst in bouw** vertonen. Ze zijn uit dezelfde grondvorm ontstaan. Deze verschillende diersoorten hebben dus waarschijnlijk een gemeenschappelijke voorouder gehad. Door aanpassing aan verschillende milieus hebben de ledematen een verschillende functie gekregen.

▼ **Afb. 17** Armskeletten.

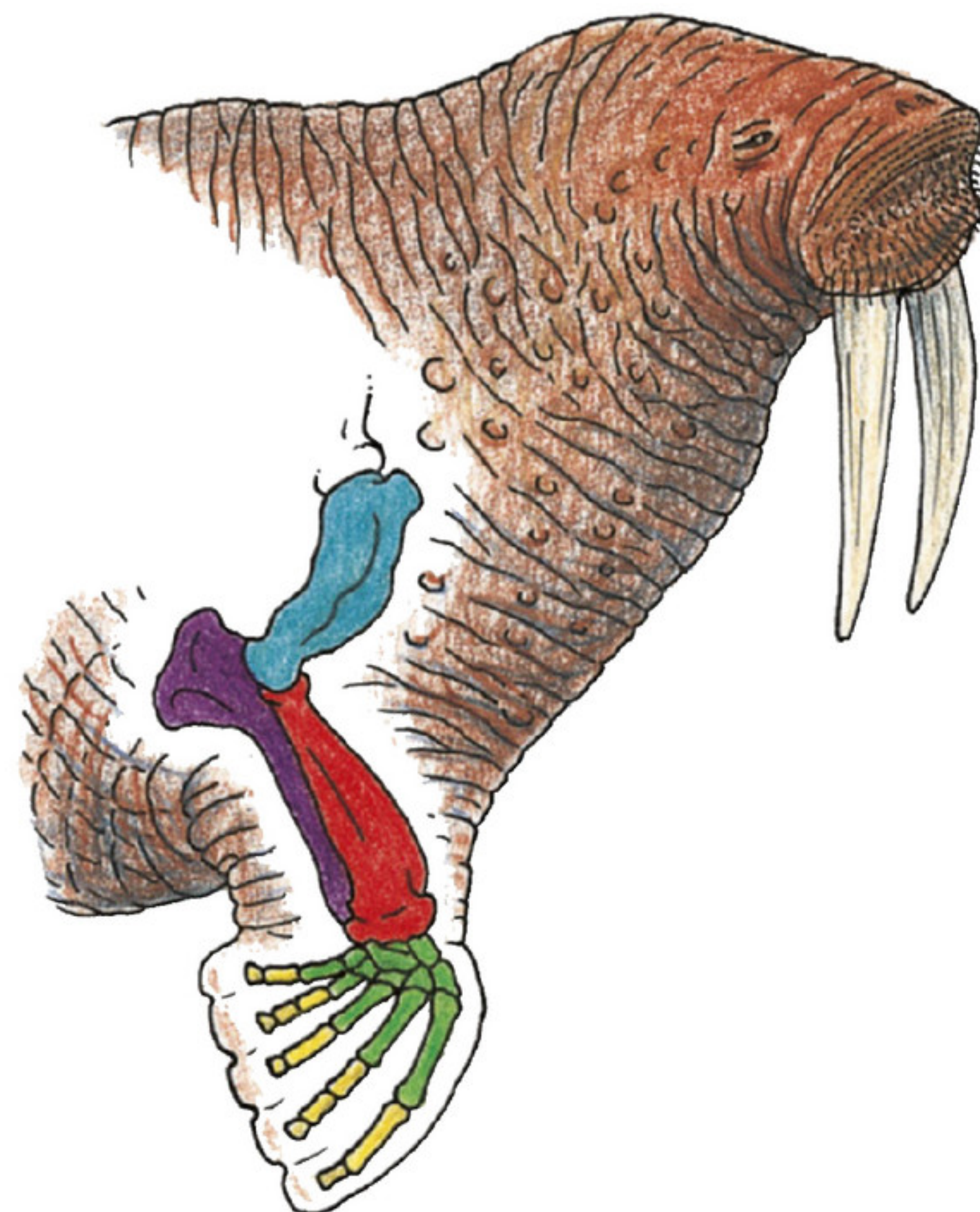
1 arm van een mens



2 voorpoot van een mol



3 vleugel van een arend



4 voorvin van een walrus

▼ **Afb. 18** Organen met een overeenkomst in functie.



1 vlinder met vleugels

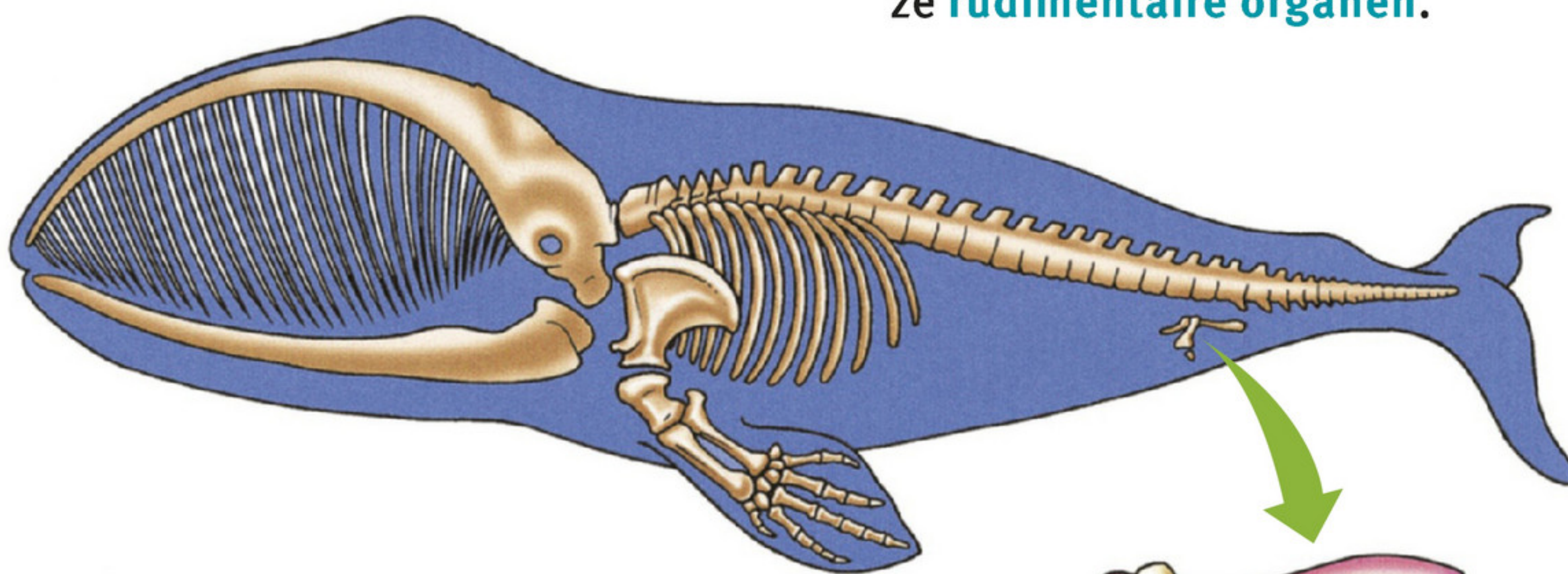


2 vleermuis met vleugels

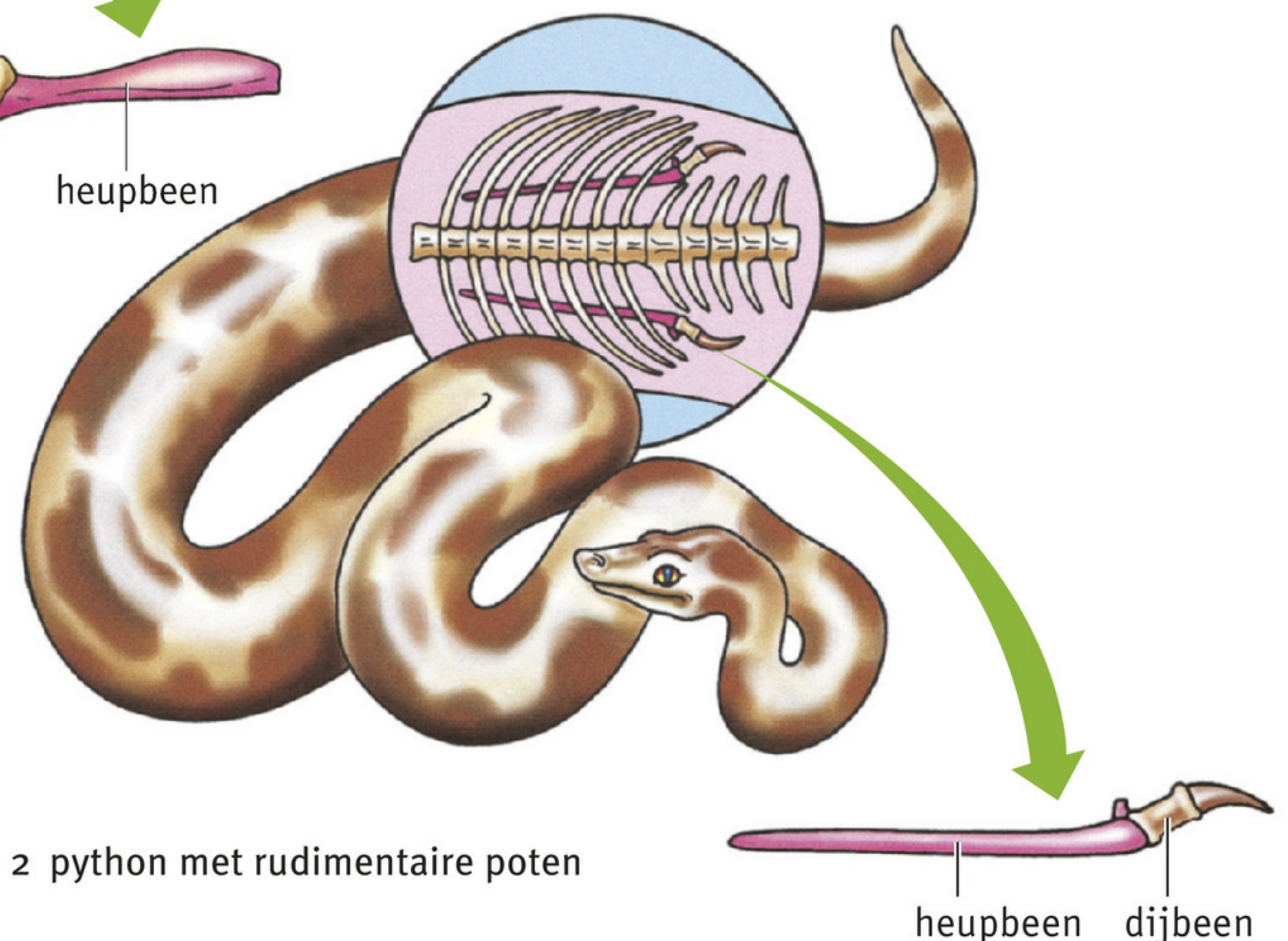
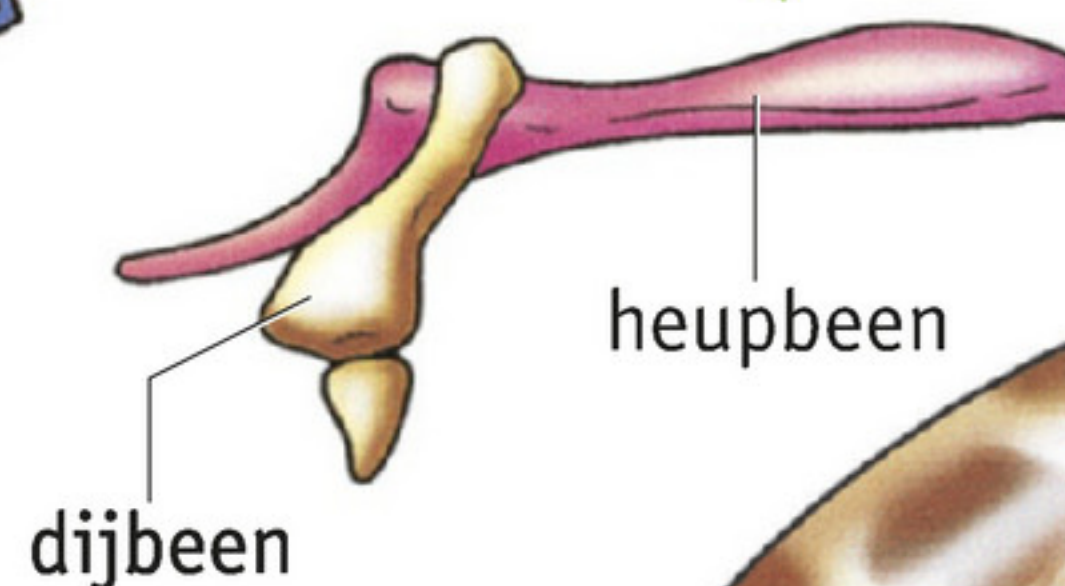
RUDIMENTAIRE ORGANEN

Een slang heeft geen poten. Toch hebben sommige reuzenslangen (bijvoorbeeld de python) nog 'resten' van poten in hun skelet. Ook een walvis heeft geen achterpoten, maar wel resten daarvan (zie afbeelding 19). Door aanpassing aan het milieu kunnen bepaalde organen hun functie verliezen. Deze organen kunnen dan in de loop van de evolutie verdwijnen. Soms zijn nog resten van deze organen bij een organisme terug te vinden. We noemen ze **rudimentaire organen**.

▼ **Afb. 19** Rudimentaire organen.



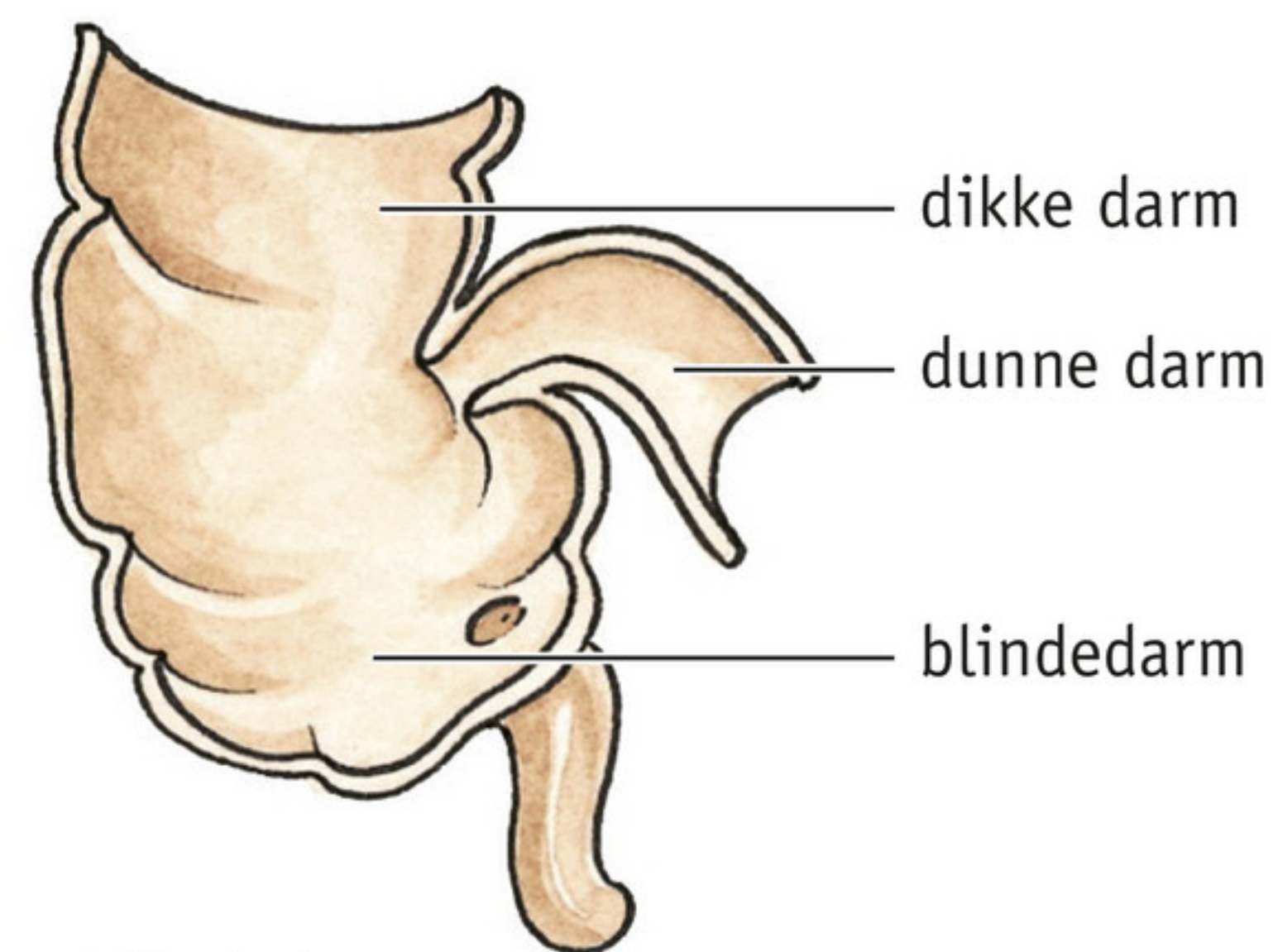
1 walvis met rudimentaire poten



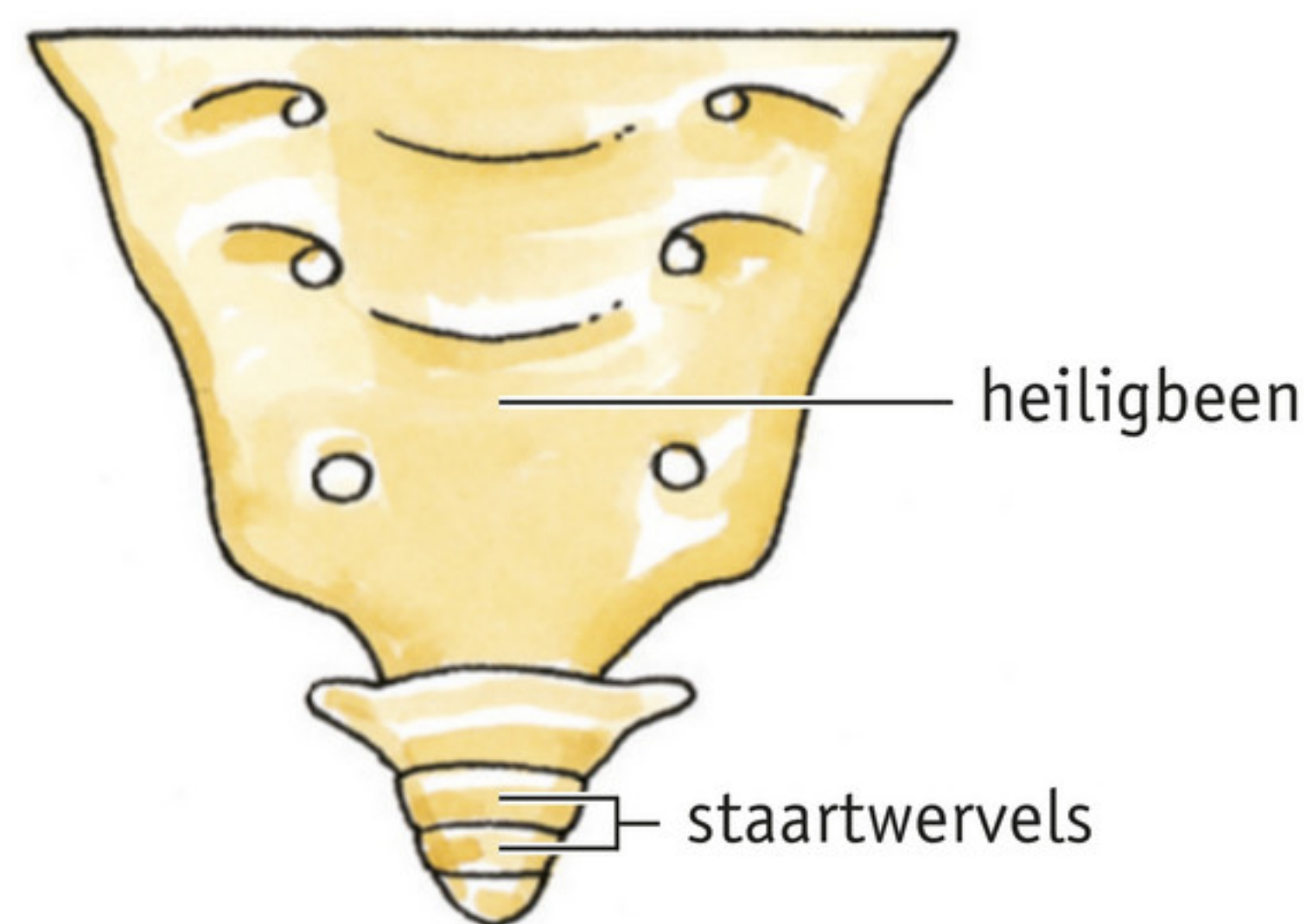
2 python met rudimentaire poten

heupbeen dijbeen

▼ **Afb. 20** Rudimentaire organen bij de mens.



1 blindedarm



2 staartwervels

Rudimentaire organen zijn organen die geen functie meer hebben en nauwelijks tot ontwikkeling komen. Bij verwante soorten komen deze organen wel tot volledige ontwikkeling.

Bij de mens is de blindedarm rudimentair (zie afbeelding 20). Bij veel planteneterende zoogdieren is de blindedarm veel langer. De blindedarm heeft bij deze dieren namelijk een functie bij de vertering van plantaardig voedsel. Bij de mens heeft de blindedarm deze functie niet meer. Ook de staartwervels zijn bij de mens rudimentair.

Rudimentaire organen maken het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

OVEREENKOMST IN CELLEN EN STOFFEN

Niet alleen organen vertonen overeenkomst in hun bouw. In thema 1 Organen en cellen heb je geleerd dat alle organismen bestaan uit een of meer **cellen**. Alle dieren zijn dan ook aan elkaar verwant.

In cellen vinden **processen** plaats zoals celdeling en verbranding. Bij vrijwel alle organismen verlopen deze processen op dezelfde manier. Ook deze overeenkomst is een argument voor de evolutietheorie.

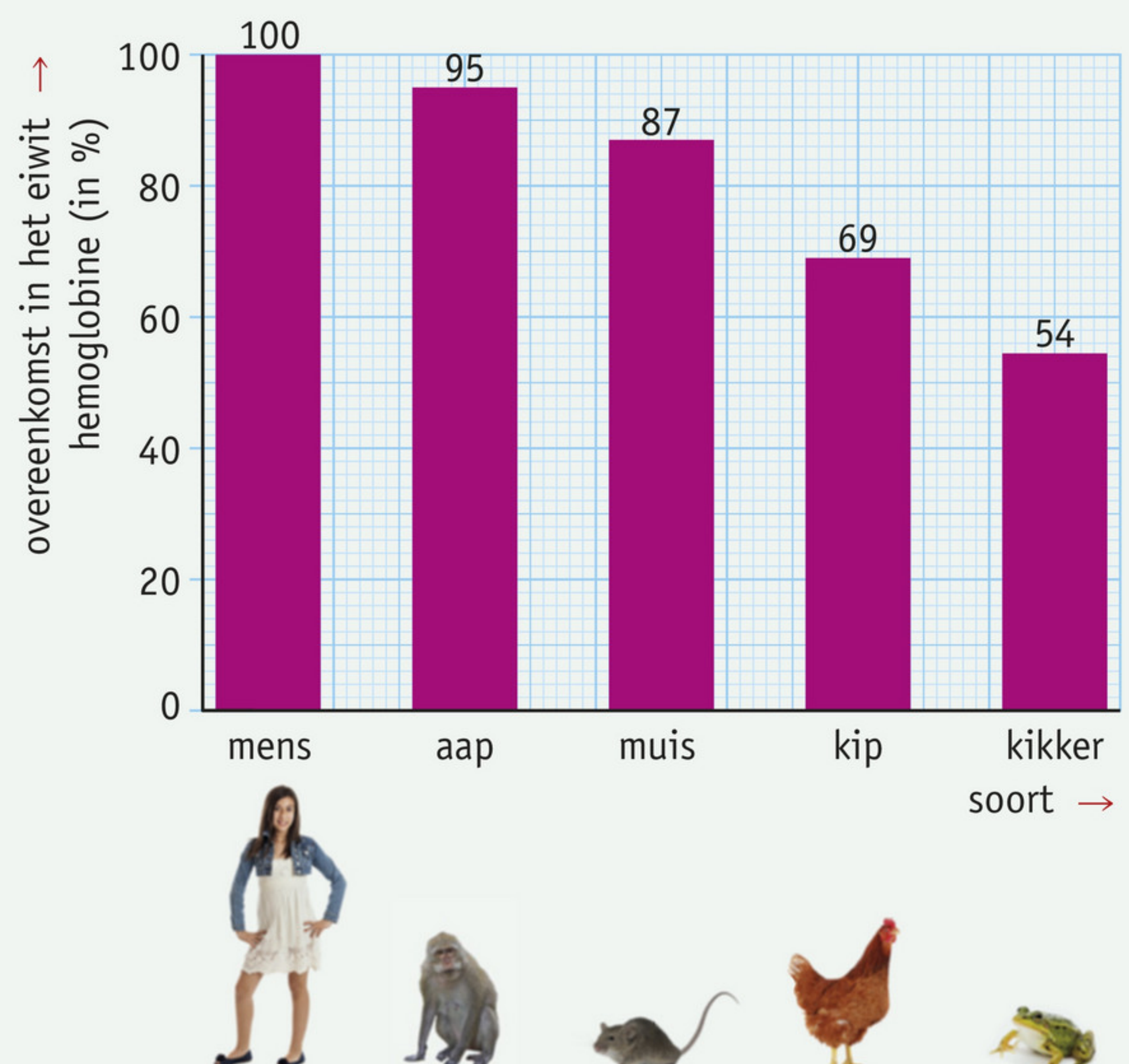
De laatste jaren kan de **samenstelling van stoffen** bij organismen steeds nauwkeuriger worden bepaald. Onderzoekers hebben bijvoorbeeld de samenstelling van het **DNA** en van sommige **eiwitten** bij verschillende soorten organismen onderzocht (zie afbeelding 21). Hoe meer deze stoffen bij twee soorten organismen overeenkomen, hoe waarschijnlijker het is dat deze soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben. Door al het DNA van organismen te vergelijken, kan een stamboom van de verwantschap worden opgesteld. Hierover leer je meer in basisstof 4.

WB OPDRACHT 20 T/M 28 BLZ. 157

▼ **Afb. 21**

Hemoglobine

Je lijkt voor maar liefst 95% op een resusaap en 87% op een muis. Zelfs met een kip en een kikker heb je meer dan 50% overeenkomst. Tenminste, als we kijken naar het eiwit hemoglobine. Hemoglobine zorgt voor de rode kleur van rode bloedcellen en komt voor in veel verschillende diersoorten. In het diagram zie je in welke mate hemoglobine van enkele soorten organismen overeenkomt met hemoglobine van de mens. De overeenkomst tussen de mens en de aap is het grootst. Het is dus aannemelijk dat de mens nauwer verwant is aan een aap dan aan een muis, kip of kikker. Om daar meer zekerheid over te krijgen, kunnen ook andere stoffen op hun samenstelling worden onderzocht.



4 Ontwikkeling van het leven op aarde

Ongeveer 400 miljoen jaar geleden kropen de eerste vissen uit het water. Uit deze vissen ontwikkelden zich alle landdieren met een wervelkolom, maar bijvoorbeeld ook de krokodillen, vogels en walvissen. In deze basisstof wordt de ontwikkeling van het leven op aarde beschreven en leer je hoe je een geologische tijdschaal en een stamboom kunt aflezen.

GEOLOGISCHE TIJDSCHAAL

De geschiedenis van het leven op aarde wordt verdeeld in **tijdperken**. De tijdperken worden verder onderverdeeld in **perioden**. In afbeelding 23 zie je een **geologische tijdschaal** van de tijdperken en perioden. Daarin is weergegeven hoeveel miljoen jaar geleden een periode begon en eindigde. In de afbeelding zijn bij elke periode in de geologische tijdschaal enkele levensvormen getekend. De oudste levensvormen op aarde staan onder in de afbeelding.

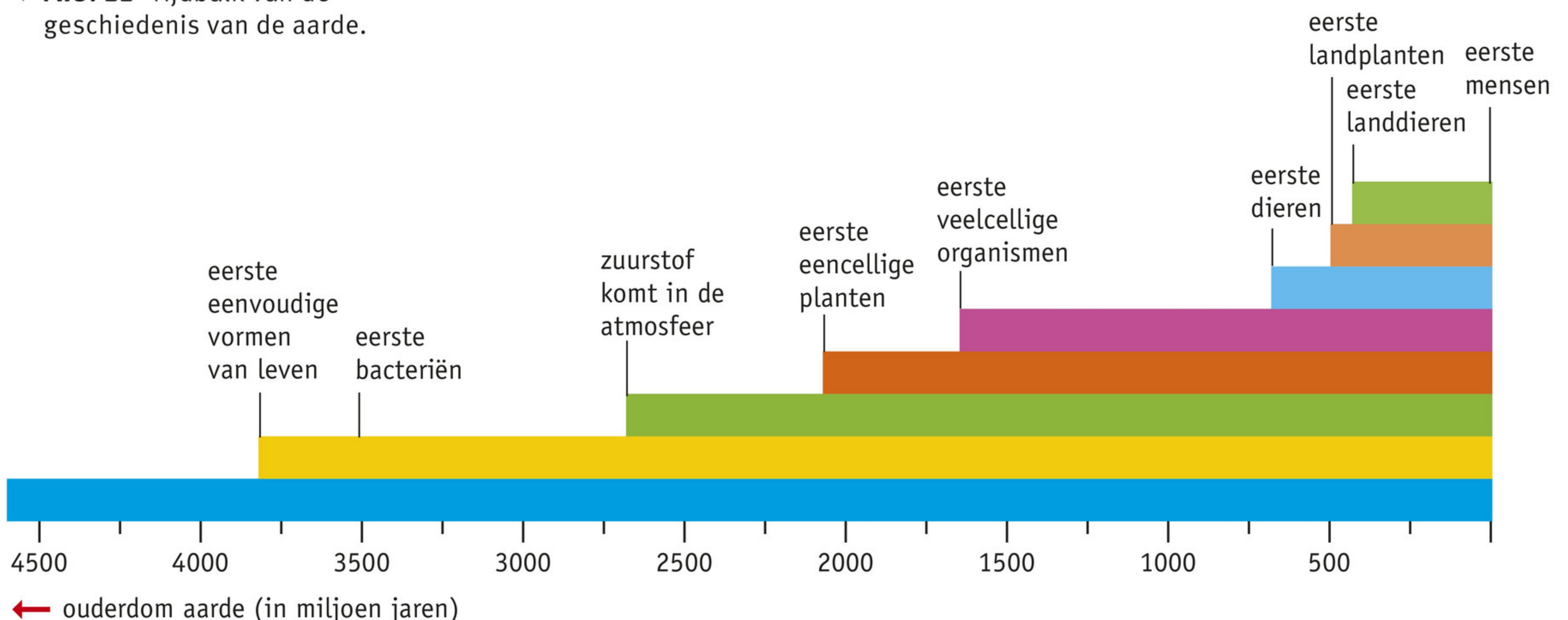
DE EERSTE LEVENSVORMEN

In afbeelding 22 zie je een tijdbalk van de geschiedenis van de aarde. De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar (4,6 miljard jaar). In het begin van het bestaan van de aarde was de temperatuur heel hoog. Hierdoor was er geen leven mogelijk. Ook waren er veel vulkaanuitbarstingen en inslagen van meteorieten.

Toen de aarde voldoende was afgekoeld (ongeveer 3800 miljoen jaar geleden), ontstonden de **eerste eenvoudige vormen van leven**. Deze eerste levensvormen waren eencellig. Ze hadden geen celkern en leefden in het water.

Ongeveer 3500 miljoen jaar geleden ontwikkelden zij zich tot de eerste bacteriën. Daarna ontstonden eencellige organismen die aan fotosynthese deden. Deze organismen produceerden zuurstof. Daardoor kwam er langzaam zuurstof in het water en later ook in de atmosfeer (ongeveer 2700 miljoen jaar

▼ **Afb. 22** Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.



▼ **Afb. 23** Geologische tijdschaal (mjb = miljoen jaar geleden).

geleden). Dat bracht een complete verandering in het leven op aarde. Zonder zuurstof zou er geen enkel dier op aarde kunnen leven.

HET LEVEN KOMT AAN LAND

Uit de eerste eencellige organismen ontwikkelden zich langzaam meer complexe levensvormen. Eerst ontstonden er eencellige planten en meercellige organismen. Vervolgens duurde het 1 miljard jaar tot er voldoende zuurstof in het water was voor de eerste dieren. De eerste dieren zagen er heel anders uit dan de dieren die wij kennen. Ze waren nauw verwant aan sponzen, wormen en kwallen.

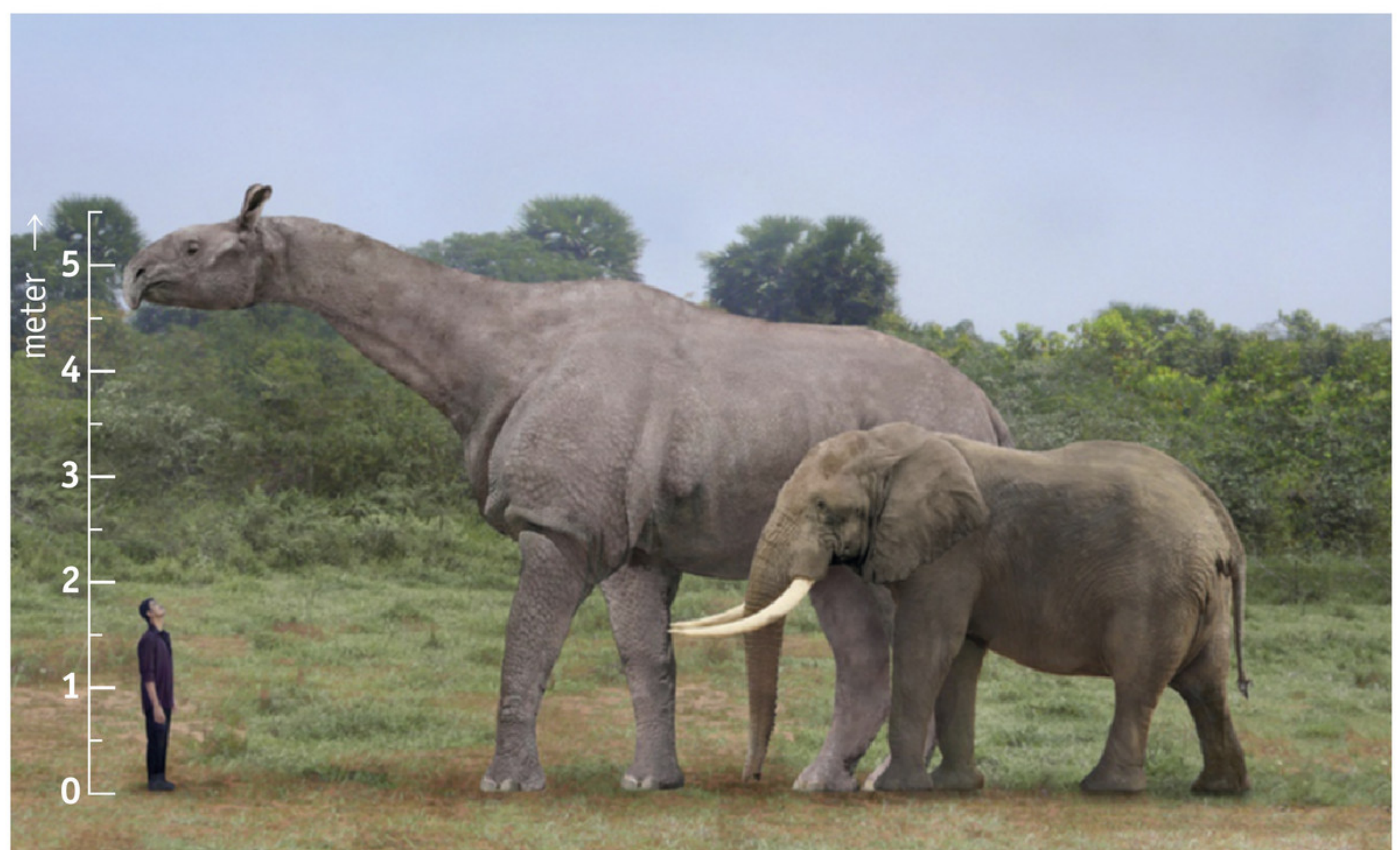
Tijdens het cambrium (ongeveer 500 miljoen jaar geleden) ontstonden er ineens heel veel soorten. De meeste dieren hadden oogachtige organen, zodat ze actief voedsel konden zoeken op de zeebodem. Dat voedsel kon plantaardig zijn, maar er werd voor het eerst ook op andere dieren gejaagd. Kwallen vielen bijvoorbeeld ten prooi aan gepantserde krabben. Daarnaast ontstonden de eerste dieren met een wervelkolom, de voorouders van de eerste vissen.

Tijdens het devoon, zo'n 400 miljoen jaar geleden, kwamen de eerste dieren en planten aan land. Er ontstonden kikkers, salamanders, hagedissen en reuzeninsecten, zoals libellen met een vleugelwijdte van 75 cm.

Tijdens het krijt (145-65 miljoen jaar geleden) bevolkten vooral dinosauriërs de aarde. Het waren monsters in de zee, op het land en in de lucht van soms wel 25 m lang. Aan hun bestaan kwam 65 miljoen jaar geleden plotseling een einde met de inslag van een enorme meteoriet. Een explosie, vloedgolven en uitgestrekte bosbranden volgden. Slecht een kwart van alle diersoorten overleefde. De rest is uitgestorven. Zo ook de dinosauriërs.

Na het uitsterven van de dinosauriërs kregen vogels en zoogdieren de ruimte om zich te ontwikkelen. Ze namen enorm toe in aantal en in grootte. Het grootste landzoogdier ooit (de indricotherium) leek op een kruising tussen een tapir, een giraffe en een paard en kon 9 m lang en 5,5 m hoog worden (zie afbeelding 24). Door zijn nek uit te rekken kon het dier blaadjes van bomen plukken op 8 m hoog. Dat is 2 m hoger dan een giraffe.

► **Afb. 24** Een mens, een indricotherium en een Afrikaanse olifant.



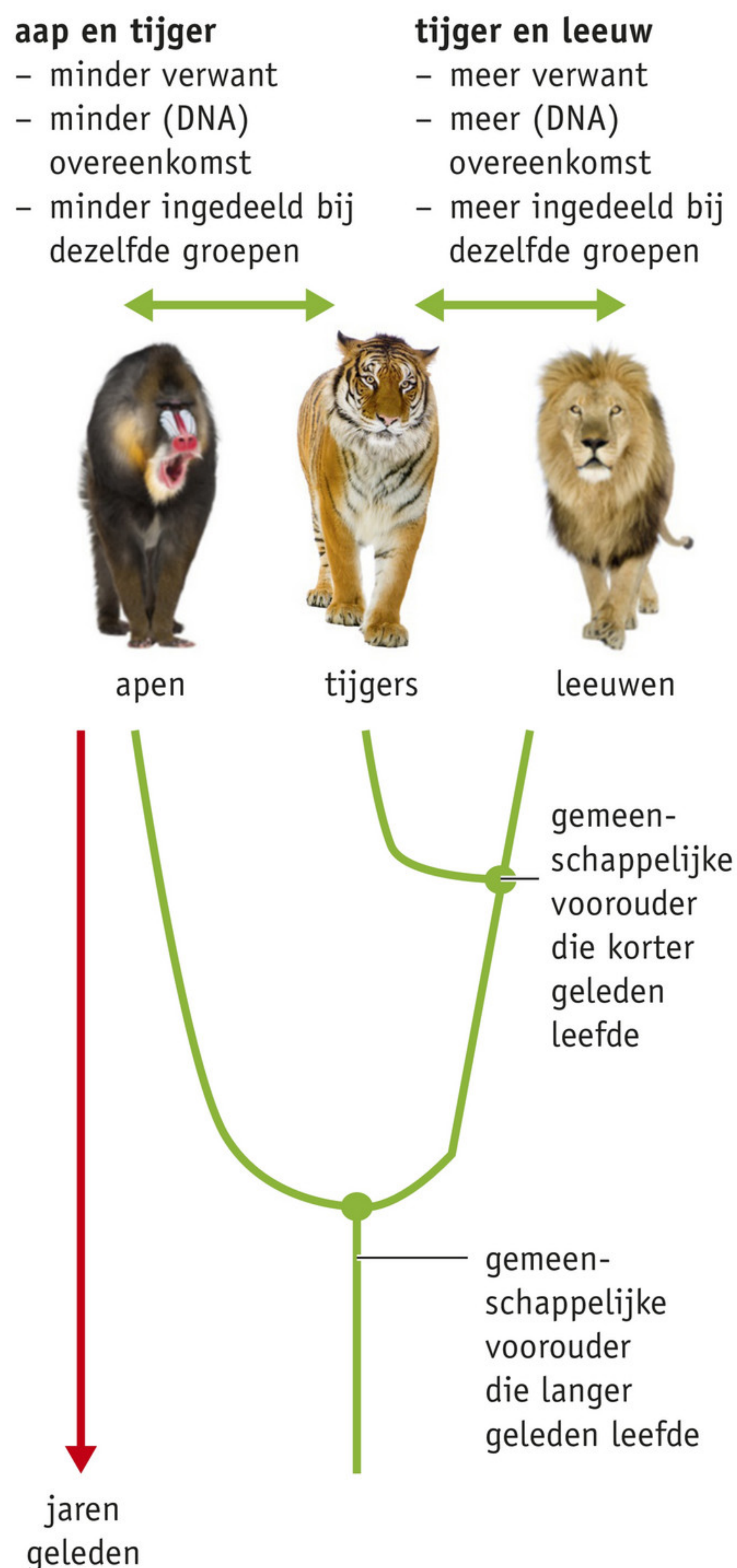
Pas drie miljoen jaar geleden ontstonden in Afrika de eerste mensachtigen. Alle mensen die nu leven, hebben een gemeenschappelijke voorouder die 150 000 jaar geleden in Afrika leefde. In verrijkingstof 2 kun je meer leren over de evolutie van de mens.

STAMBOMEN

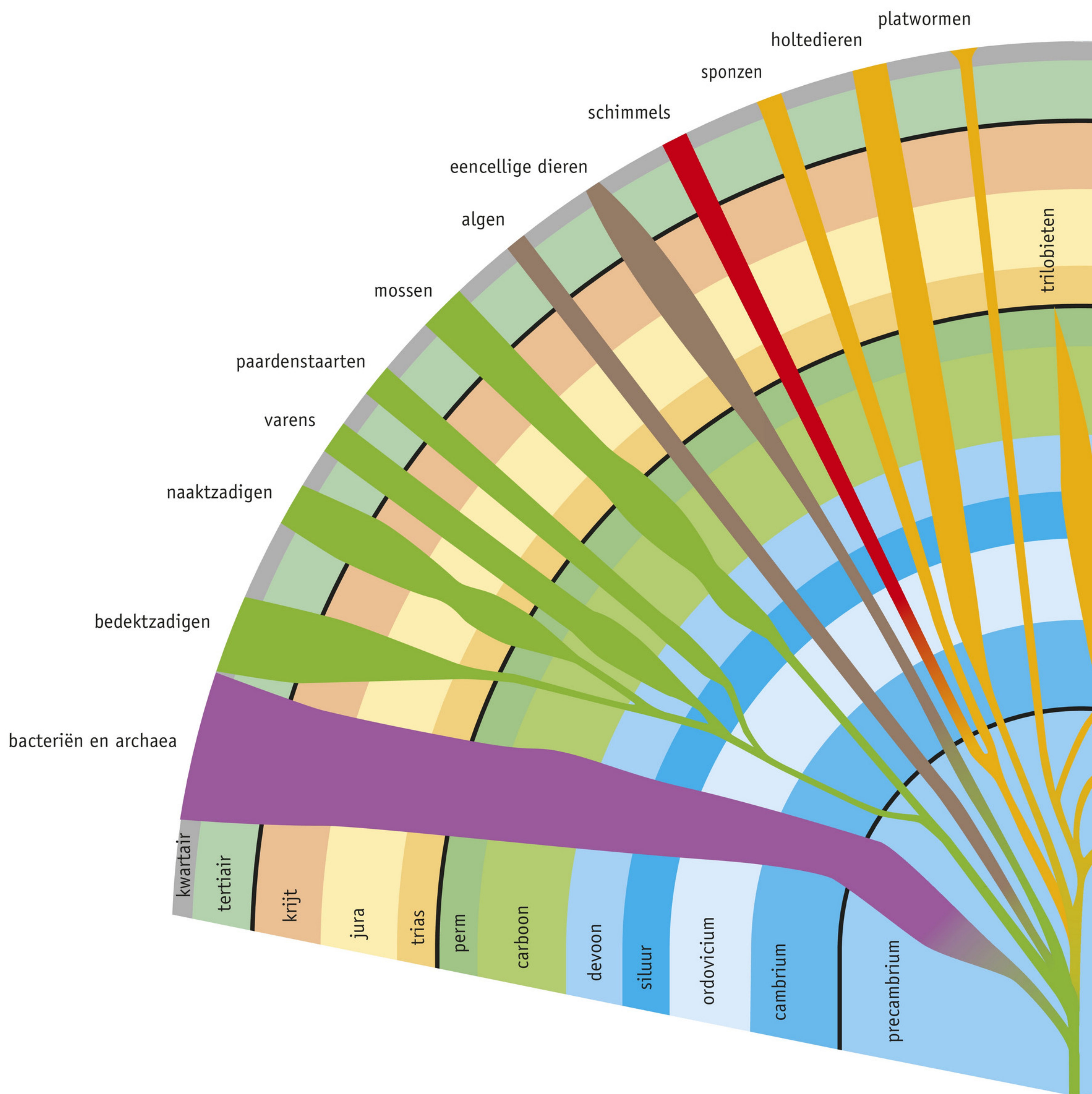
Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**. Deze organismen kunnen in een **stamboom** worden weergegeven. In afbeelding 25 zie je een stamboom van apen, leeuwen en tijgers. In de afbeelding staat hoe je een stamboom kunt aflezen. In afbeelding 26 is de vermoedelijke afstamming van organismen schematisch weergegeven. Uit deze afbeelding kun je aflezen welke groepen veel en welke groepen weinig verwantschap vertonen. Ten slotte kun je aflezen in welke periode bepaalde groepen flink in aantal zijn toegenomen. We noemen dat een bloeitijd. Deze groepen zijn dan breed weergegeven. Je ziet bijvoorbeeld een verdikking in de lijn van de insecten tijdens het devoon.

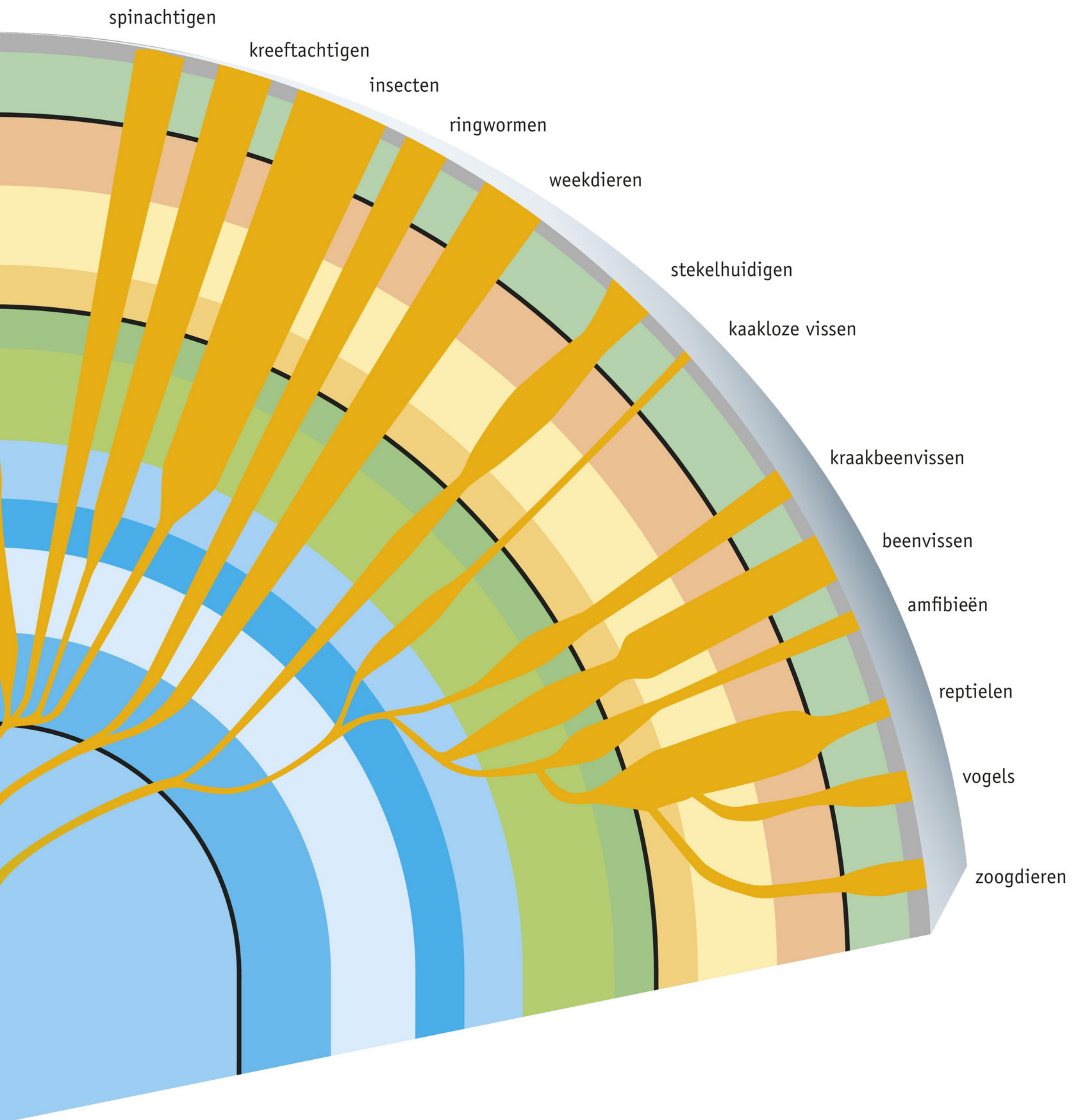
WB OPDRACHT 29 T/M 37 BLZ. 162

► **Afb. 25** Stamboom met afstamming van apen, tijgers en leeuwen.



▼ Afb. 26 De stamboom van het leven.

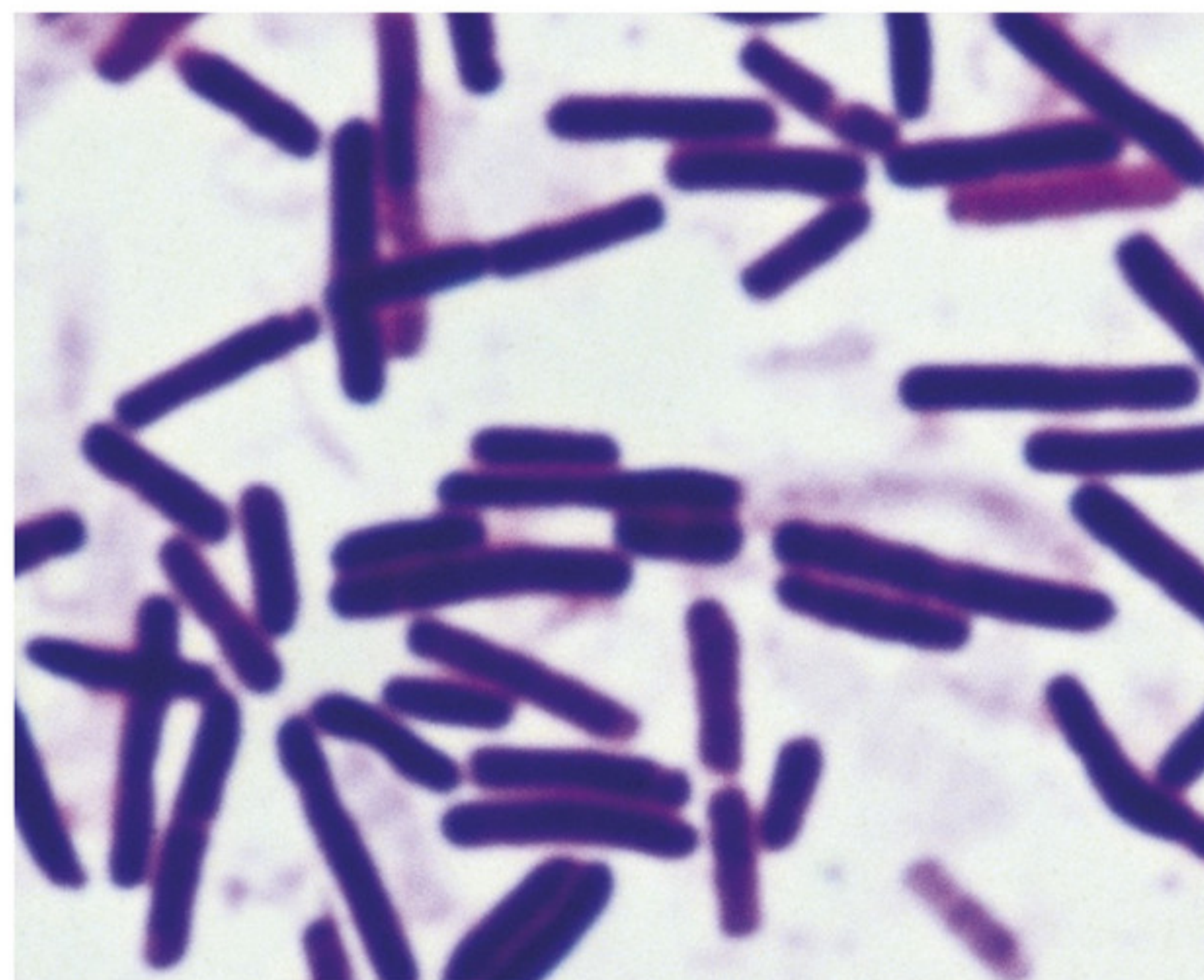




5 Bacteriën en schimmels

Je ziet ze niet maar ze zijn overal: bacteriën. Ze zitten bijvoorbeeld op je handen, je oren en je wangen. En dus ook op je mobiele telefoon. Een mobiele telefoon bevat 25 000 bacteriën per vierkante centimeter. Op jouw huid zitten er nog veel meer. Lang niet al deze bacteriën zijn schadelijk. Veel bacteriën zijn nuttig, en sommige houden je zelfs gezond. Hetzelfde geldt voor schimmels.

► **Afb. 27** Zo zie je bacteriën met een gewone microscoop (vergroting 600×).



KENMERKEN

Bacteriën zijn eencellig: ze bestaan uit één enkele cel. Bacteriën zijn zo klein dat ze met een gewone microscoop zelfs bij de sterkste vergroting alleen als puntjes of streepjes te zien zijn (zie afbeelding 27). Om bacteriën goed te kunnen bestuderen, is een elektronenmicroscoop nodig. Deze microscoop kan tot enkele tienduizenden keren vergroten. Met een elektronenmicroscoop zijn ook bij bacteriën onderdelen te onderscheiden, bijvoorbeeld zweefharen (zie afbeelding 28). Met de zweefharen kunnen bacteriën zich voortbewegen. Bacteriën bezitten geen kernmembranen. De chromosomen liggen los in het cytoplasma. Veel bacteriesoorten hebben kringvormige chromosomen (zie afbeelding 29).

▼ **Afb. 28** Bacteriën met zweefharen (elektronenmicroscopische foto, vergroting 15 000×).



▼ **Afb. 29** Kringvormig chromosoom van een bacterie (elektronenmicroscopische foto, vergroting 80 000×).



Schimmels behoren tot het domein van de eukaryoten. Ze kunnen **eencellig** of **meercellig** zijn. **Gisten** zijn eencellige schimmels (zie afbeelding 30). Meercellige schimmels bestaan meestal uit lange, dunne draden: de **schimmeldraden**. Die vind je bijvoorbeeld op een beschimmelde boterham (zie afbeelding 31). Andere meercellige schimmels vormen paddenstoelen. In het najaar kun je in het bos veel verschillende soorten paddenstoelen vinden.

▼ **Afb. 30** Gist.



2 microscopische foto van gistcellen (vergroting 600×)

▼ **Afb. 31** Schimmeldraden.

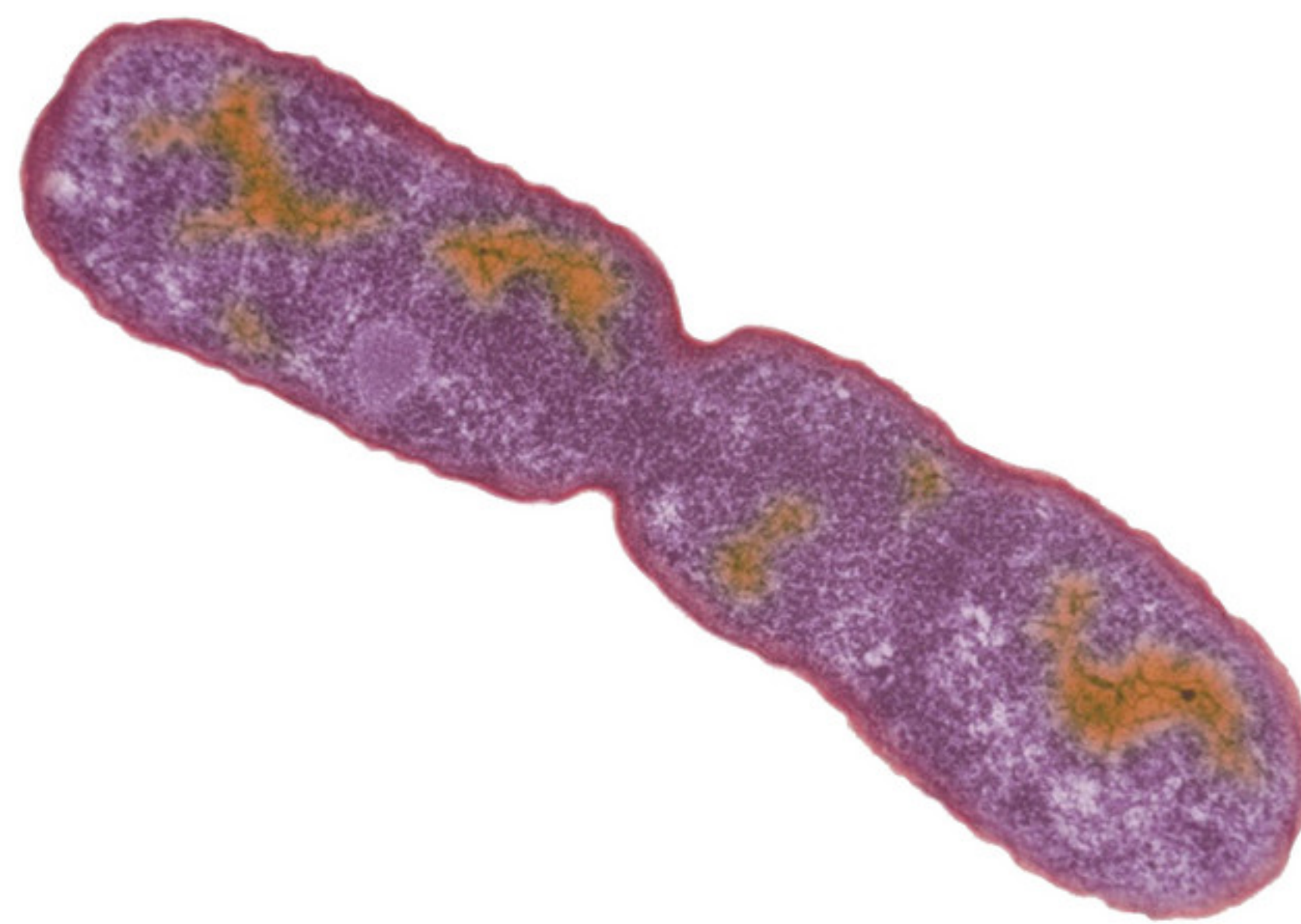


2 microscopische foto van schimmeldraden (gekleurd, vergroting 600×)

VOORTPLANTING

Bacteriën planten zich voornamelijk voort door **celdeling** (zie afbeelding 32). Er ontstaan dan twee kleinere bacteriën. Deze groeien tot ze even groot zijn als de oorspronkelijke bacterie. Onder gunstige omstandigheden kan een bacterie zich elk halfuur delen. Zo kan uit een enkele bacterie een hele kolonie ontstaan. Ook eencellige schimmels planten zich voort door deling.

► **Afb. 32** Een delende bacterie (elektronenmicroscopische foto, vergroting 40 000×).



Meercellige schimmels planten zich meestal voort door middel van **sporen**. Sporen zijn cellen waaruit een nieuwe schimmel kan ontstaan. Bij veel soorten schimmels ontstaan de sporen aan de uiteinden van schimmeldraden, die omhoog groeien. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de penseelschimmel (zie afbeelding 33). Bij andere schimmelsoorten ontstaan de sporen in de paddenstoelen (zie afbeelding 34).

WB PRACTICUM 2 T/M 4 BLZ. 197

▼ **Afb. 33** Penseelschimmel (gekleurd, vergroting 600×).



hier ontstaan sporen

schimmeldraad

▼ **Afb. 34** Een paddenstoel.



hier ontstaan sporen

NUTTIGE EN SCHADELIJKE BACTERIËN EN SCHIMMELS

Bacteriën en schimmels komen overal voor. De meeste soorten bacteriën en schimmels voeden zich met dode resten van organismen. In de natuur ruimen bacteriën en schimmels de dode resten van organismen op. Bacteriën en schimmels noem je daarom **reducenten**. Hierbij komen **voedingsstoffen** (**voedingszouten**) vrij die door planten kunnen worden gebruikt.

Ons voedsel bestaat vaak ook uit (dode) resten van organismen (bijvoorbeeld fruit, groenten, vlees). Hierop kunnen bacteriën en schimmels goed leven. Daardoor kan het voedsel bederven. Voedselbederf kan worden tegengegaan door voedsel te **conserveren** of door het voedsel op een koele plaats te bewaren. In klas 4 leer je daar meer over.

► **Afb. 35** Bij de productie van deze voedingsmiddelen worden bacteriën gebruikt.



▼ Afb. 36 Brooddeeg.



1 voordat de gisten hun werk hebben gedaan



2 nadat de gisten hun werk hebben gedaan

Speciale soorten bacteriën en schimmels worden gebruikt bij de productie van voedingsmiddelen. Bacteriën worden bijvoorbeeld gebruikt om yoghurt en zuurkool te maken (zie afbeelding 35). Schimmels worden gebruikt bij de productie van voedingsmiddelen zoals brood, bier, wijn en schimmelkaas. Bij de bereiding van brood, bier en wijn wordt gist gebruikt. Bakkers voegen gist toe aan het deeg om het te laten rijzen (zie afbeelding 36). Gist zorgt ervoor dat het gas koolstofdioxide ontstaat. Daardoor wordt het brood luchtiger. Ook zorgt gist ervoor dat er alcohol ontstaat. De alcohol in brooddeeg verdampt tijdens het bakken in de oven. Bij de productie van bier en wijn wordt gist juist gebruikt voor het produceren van alcohol. Hierbij ontstaat ook koolstofdioxide.

Van sommige soorten schimmels kun je de paddenstoelen eten, bijvoorbeeld de paddenstoel van de champignon.

Bacteriën worden ook gebruikt bij de productie van geneesmiddelen, voedingsstoffen (bijvoorbeeld aspartaam in lightproducten), hormonen en eiwitten. Ook in wasmiddelen zitten bacteriën. De eiwitten die ze maken, zorgen er bijvoorbeeld voor dat de vieze vlekken uit je kleren gaan, ook als je op lage temperaturen wast.

Het gebruiken van organismen in technische processen noem je **biotechnologie**.

Sommige soorten schimmels kunnen ziekten bij planten, dieren of mensen veroorzaken. Bij mensen wordt onder andere zwemmerseczeem veroorzaakt door een **schimmelinfectie**. Bij deze aandoening is de huid tussen de tenen ontstoken. Schimmelinfecties kunnen worden bestreden met geneesmiddelen.

Ook bepaalde soorten bacteriën kunnen ziekten veroorzaken. Je spreekt dan van een **bacteriële infectie**. Voorbeelden hiervan zijn cholera, longontsteking, oorontsteking en tuberculose.

Bacteriële infectieziekten en sommige schimmelinfecties kunnen worden bestreden met **antibiotica** (zie afbeelding 37). Deze geneesmiddelen doden de bacteriën en schimmels in of op het lichaam. Uit de penseelschimmel wordt het antibioticum **penicilline** gemaakt. Met een antibioticum treedt bij de meeste bacteriële infectieziekten snel genezing op.

Het is natuurlijk beter om ervoor te zorgen dat je geen infectieziekte oploopt. Door een goede **hygiëne** kun je veel infectieziekten voorkomen. In afbeelding 38 staan adviezen voor een goede hygiëne.

▼ Afb. 37 Antibiotica.



WB OPDRACHT 38 T/M 48 BLZ. 170

▼ Afb. 38

ADVIEZEN VOOR EEN GOEDE HYGIËNE

- 1 Was je handen na het gebruik van het toilet en voordat je gaat eten.
- 2 Gebruik bij het (bereiden van) eten schone pannen, borden, bekers en bestek.
- 3 Was of schil groenten en fruit, voordat je die eet.
- 4 Zorg ervoor dat vlees, kip en vis goed gaar zijn voordat je ze eet.
- 5 Bewaar klaargemaakt voedsel niet te lang.

6 Planten

De mens kan niet leven zonder planten. Planten zorgen voor zuurstof in de atmosfeer, en we gebruiken veel planten om voedsel of kleding van te maken. In deze basisstof leer je hoe je het plantenrijk verder kunt indelen in stammen en klassen.

SPORENPLANTEN EN ZAADPLANTEN

In basisstof 1 heb je geleerd dat alle planten eukaryoot zijn en uit meerdere cellen bestaan. Behalve uit cellen bestaan planten ook uit weefsels en organen. Bij de indeling van het plantenrijk in stammen wordt gelet op de **plantenorganen** als kenmerk. Planten kunnen uit vier organen bestaan: wortels, stengels, bladeren en bloemen.

In afbeelding 39 zie je dat het plantenrijk wordt verdeeld in vier stammen: **mossen**, **paardenstaarten**, **varens** en **zaadplanten**.

▼ **Afb. 39** Indeling van het plantenrijk.

1 MOSSEN

KENMERKEN:

- geen echte wortels
- wel stengels en bladeren
- geen hout- en bastvaten
- voortplanting door sporen



steenlevermos

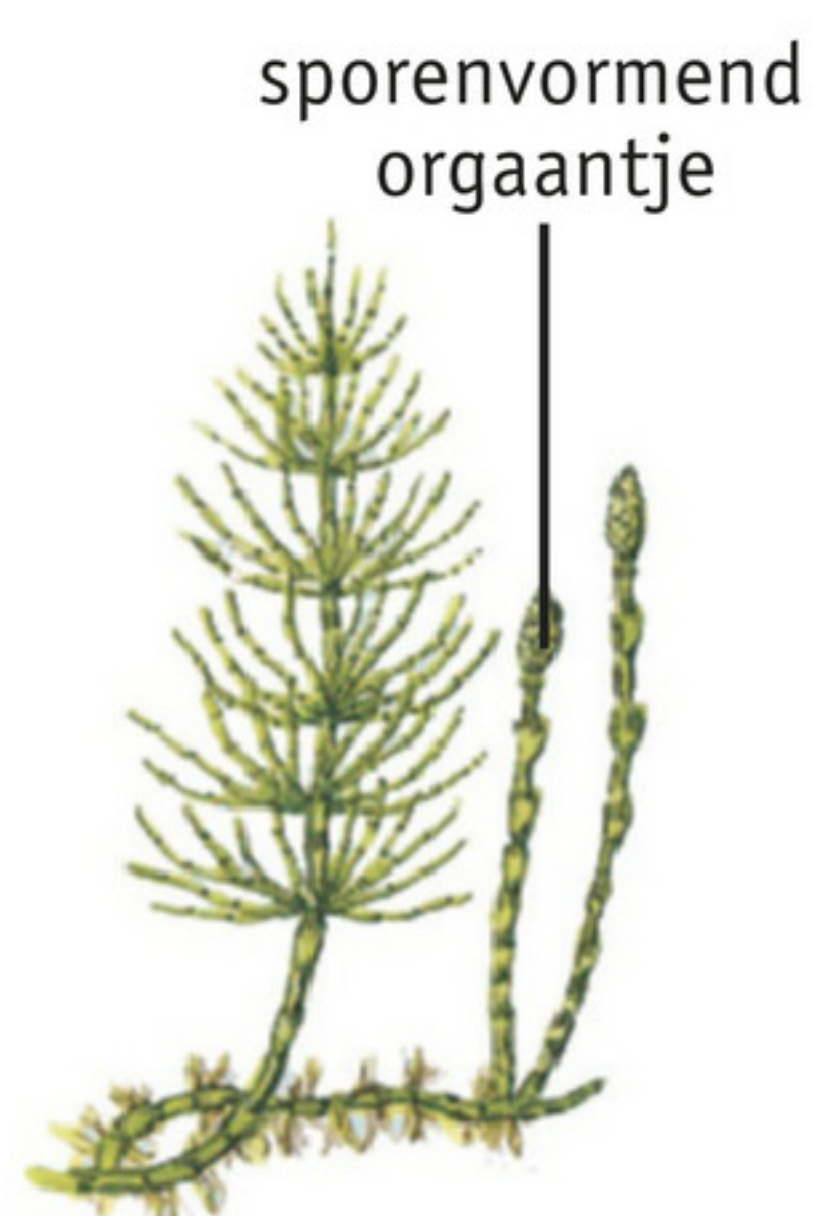


haarmos

2 PAARDENSTAARTEN

KENMERKEN:

- wortels, stengels en bladeren
- hout- en bastvaten
- de stengels zijn hol en geled
- voortplanting door sporen

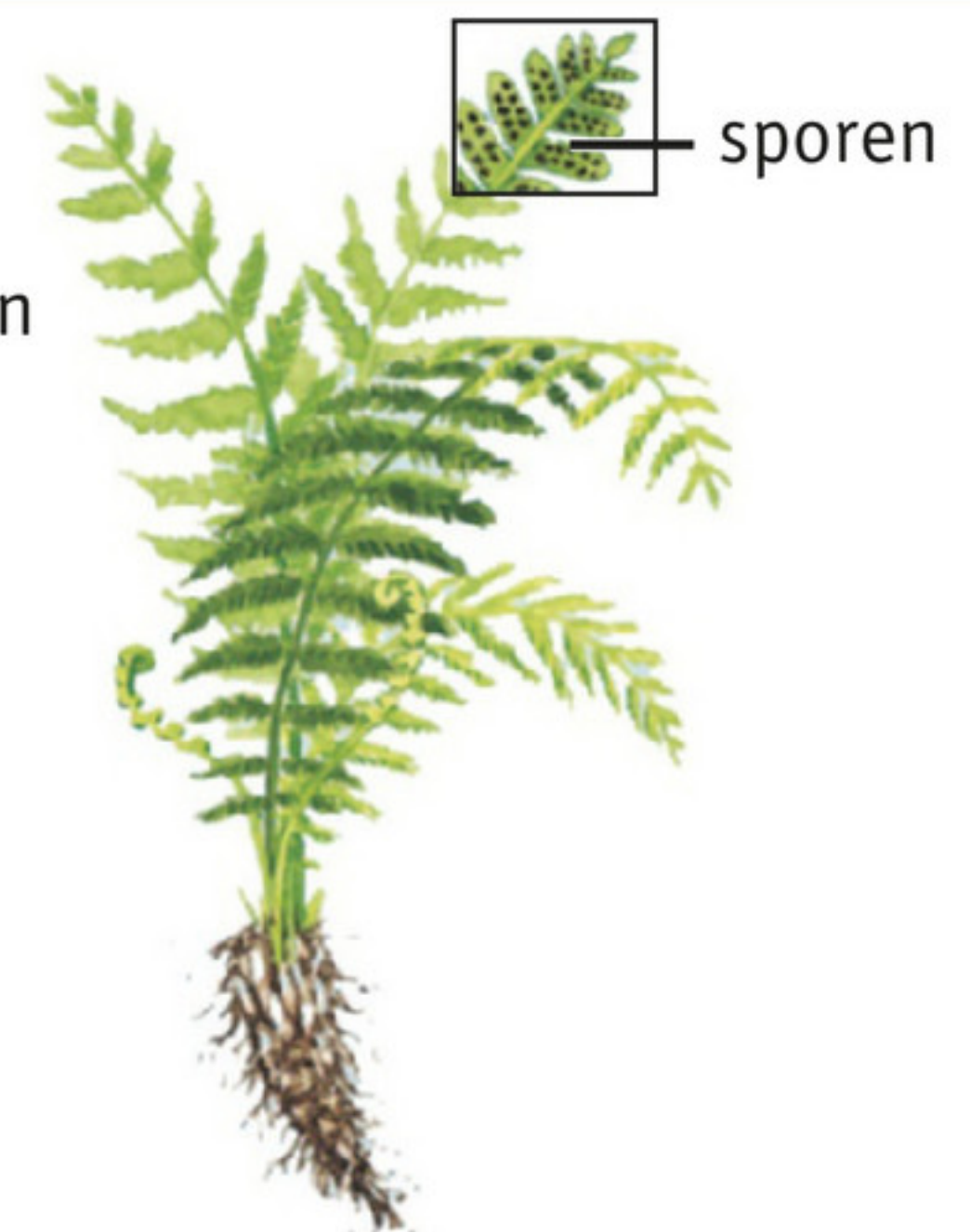


heermoes

3 VARENS

KENMERKEN:

- wortels, stengels en bladeren
- hout- en bastvaten
- de bladeren zijn groot en meestal ingesneden
- voortplanting door sporen



mannetjesvaren

4 ZAADPLANTEN

KENMERKEN:

- wortels, stengels en bladeren
- hout- en bastvaten
- voortplanting door zaden

1 Naaktzadigen



den

spar

2 Bedektzadigen



gras

paardenbloem

eik

Mossen, paardenstaarten en varens planten zich voort door middel van sporen. Deze planten worden ook wel **sporenplanten** genoemd. Zaadplanten planten zich voort door middel van **zaden**. Sommige zaadplanten hebben bloemen.

WB PRACTICUM 5 BLZ. 200

INDELING VAN DE ZAADPLANTEN

We verdelen de zaadplanten in twee klassen: bedektzadigen en naaktzadigen (zie afbeelding 39).

Bij **bedektzadige planten** zitten de zaden in **vruchten**. De zaden zijn 'bedekt' door de vruchten (zie afbeelding 40). Voorbeelden van vruchten zijn appels, kersen, bessen en peulen. Bij sommige bedektzadige planten zijn de vruchten moeilijk te zien. Tot de bedektzadigen horen alle planten die bloemen dragen. Alle loofbomen en struiken, maar ook kruidachtige planten zoals de witte dovenetel en gras behoren tot de bedektzadigen.

Bij **naaktzadige planten** zitten de zaden tussen de schubben van **kegels**. De kegels van dennen en sparren heb je vast wel eens gevonden in een bos. Als de schubben open gaan staan, liggen de zaden onbedekt ('naakt') tussen de schubben (zie afbeelding 41). Naaktzadige planten hebben geen bloemen.

▼ **Afb. 40** Een kers is een bedektzadige plant.



1 kersenboom



2 de zaden zijn bedekt met vruchtvlees

▼ **Afb. 41** Een spar is een naaktzadige plant.



1 dennenbomen



2 de zaden liggen 'naakt' tussen de schubben van de kegel

De bladeren van de meeste soorten naaktzadigen zijn **naaldvormig**. Alle naaldbomen behoren tot de naaktzadigen (zie ook afbeelding 42).

WB OPDRACHT 49 T/M 55 BLZ. 176

▼ Afb. 42

Ginkgo: een levend fossiel

De ginkgo of Japanse notenboom is de oudste zaadplant ter wereld. Als je een ginkgo ziet, zie je eigenlijk een levend fossiel. Toen er nog dinosauriërs rondliepen, waren er meerdere ginkgosorten in grote aantallen aanwezig. Die enorme ginkgowouden bestaan inmiddels niet meer. De ginkgo's zijn op één soort na allemaal uitgestorven.

De ginkgo is een naaktzadige plant. Anders dan de meeste naaktzadige planten heeft de ginkgo waaivormige bladeren. De nerven in de bladeren lopen evenwijdig aan elkaar, net als de naaldvormige bladeren van een conifeer.

De ginkgo vertoont ook kenmerken van bedektzadige planten. De 'vruchten' van de ginkgo lijken op roze abrikozen. Het zijn geen echte vruchten, maar zaden. In het midden zit een pit met daaromheen slijmerig vruchtvlees. De bloemen waaruit de zaden ontstaan, maken geen stuifmeel maar beweeglijke zaadcellen. Deze zaadcellen hebben zweepharen waarmee zij zich voortbewegen, net als de zaadcellen van bijvoorbeeld varens.

Van nature komen ginkgo's alleen nog voor in delen van China en in Japan. Hier is de boom heilig verklaard.



7 Dieren

Op aarde leven maar liefst 1,3 miljoen soorten dieren. Elke soort heeft zijn eigen kenmerken. Vergelijk maar eens een kwal, een mug, een walvis en een slak met elkaar. Deze dieren hebben zo weinig overeenkomsten dat ze in verschillende stammen zijn ingedeeld.

Bij de indeling van het dierenrijk in stammen spelen twee kenmerken een belangrijke rol. Deze kenmerken zijn de symmetrie en het skelet.

SYMMETRIE

Iets is **symmetrisch** als je het in twee gelijke helften kunt verdelen. Deze twee helften zijn elkaars spiegelbeeld.

Veel soorten dieren zijn **tweezijdig symmetrisch**. Deze dieren zijn op slechts één manier in twee ongeveer gelijke helften te verdelen. Voorbeelden hiervan zijn de mens en de kever (zie afbeelding 43.1).

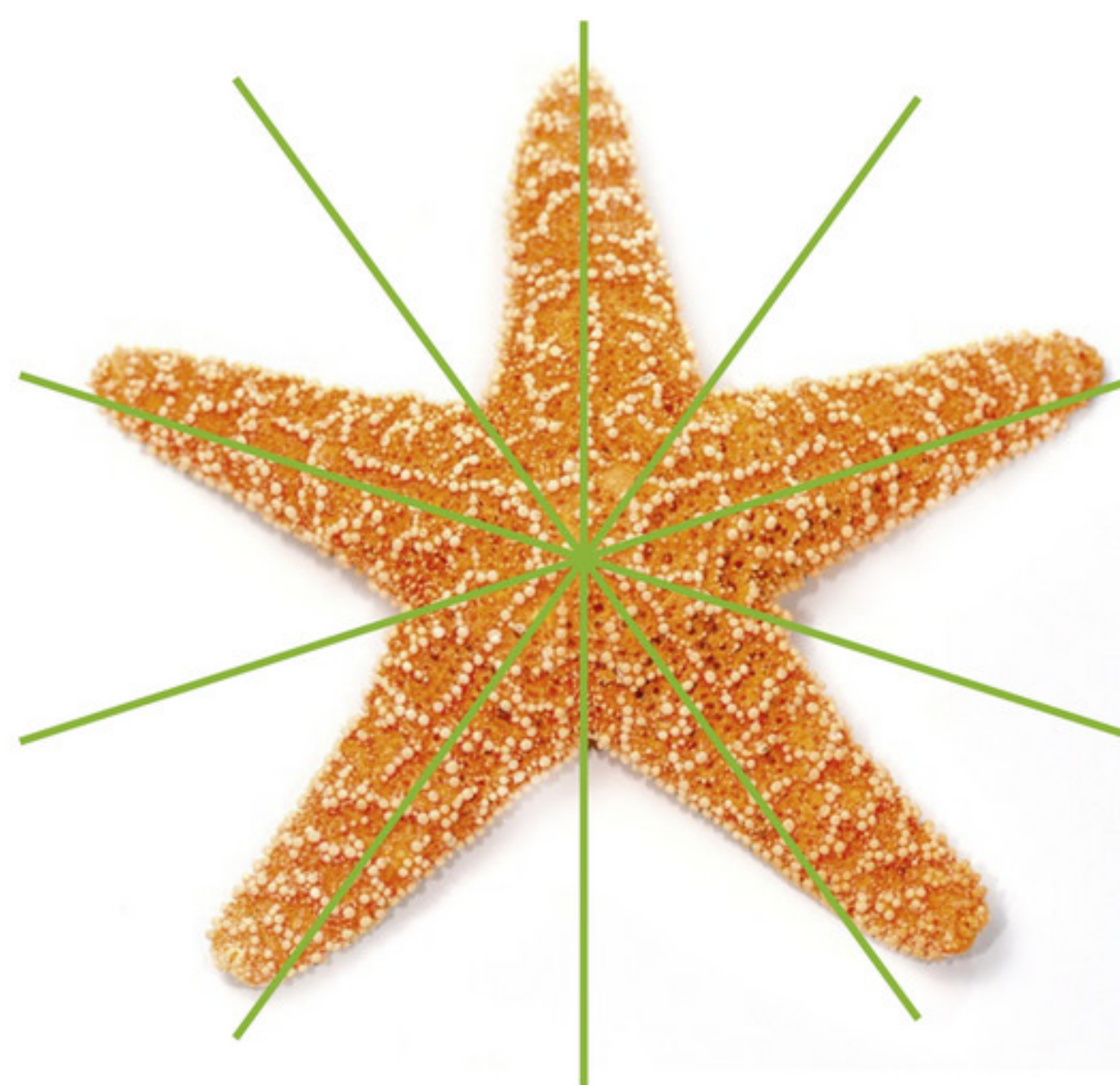
Andere soorten dieren zijn **veelzijdig symmetrisch**. Deze dieren zijn op meerdere manieren in twee ongeveer gelijke helften te verdelen (zie afbeelding 43.2).

Dieren die op geen enkele manier in twee ongeveer gelijke helften zijn te verdelen, noemen we **niet-symmetrisch**. Een voorbeeld hiervan is een spons (zie afbeelding 43.3).

▼ Afb. 43 Symmetrie bij dieren.



1 kever: tweezijdig symmetrisch



2 zeester: veelzijdig symmetrisch



3 spons: niet-symmetrisch

SKELET

Veel dieren hebben stevige delen in hun lichaam. Deze stevige delen kunnen de dieren stevigheid en bescherming geven. We noemen deze stevige delen het **skelet**.

In afbeelding 44 zie je dat er verschillende soorten skeletten zijn. Bij een mossel, een slak en een lieveheersbeestje zit het skelet aan de buitenkant van het lichaam. We noemen dat een **uitwendig skelet**.

Bij een spons, een zeekat en een mens zit het skelet binnen in het lichaam. We noemen dat een **inwendig skelet**.

Er zijn ook dieren die **geen skelet** hebben. Een voorbeeld daarvan is een kwal (zie afbeelding 45). De meeste dieren zonder skelet leven in het water.

▼ Afb. 44 Skeletten bij dieren.



1 uitwendig skelet bij een lieveheersbeestje: een pantser



2 uitwendig skelet bij een mossel: een schelp



3 uitwendig skelet bij een slak: een huisje



4 inwendig skelet bij een spons: een skelet van stevige vezels van hoornstof tussen de cellen (hoornstof komt ook voor in je nagels)



5 inwendig skelet bij een zeekat: een inwendige schelp (zeeschuim)



6 inwendig skelet bij een mens: een skelet van beenderen

▼ Afb. 45 Een dier zonder skelet: een kwal.

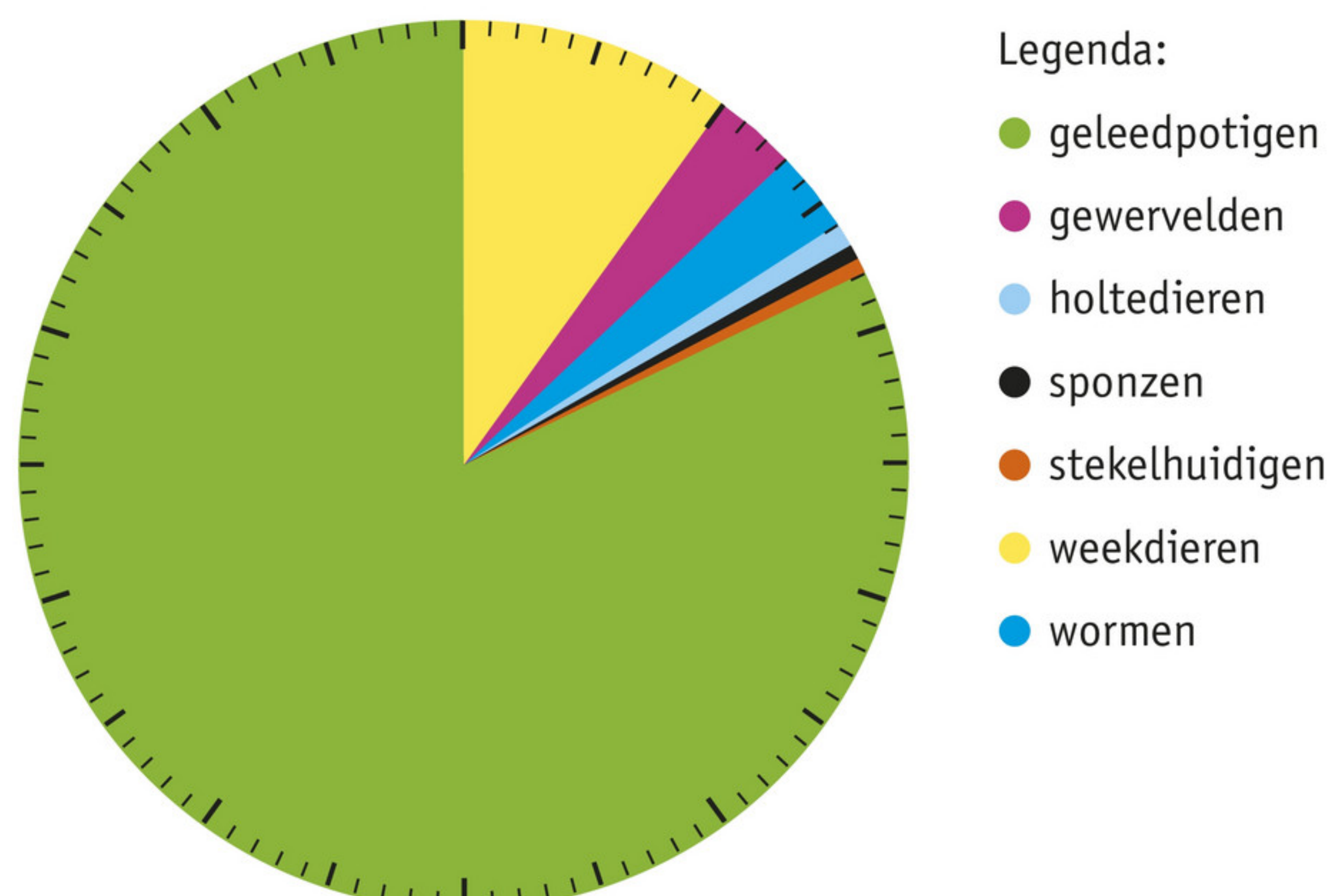


INDELING VAN HET DIERENRIJK

We verdelen het dierenrijk in zeven stammen: **sponzen**, **holtedieren**, **wormen**, **weekdieren**, **geleedpotigen**, **stekelhuidigen** en **gewervelden**.

In afbeelding 47 zijn deze stammen met de kenmerken van de dieren weergegeven. Bij elke stam zijn enkele dieren als voorbeeld getekend. Je ziet in deze afbeelding ook de kenmerken van elke stam. In afbeelding 46 is de verdeling van het aantal soorten dieren per stam van het dierenrijk in een cirkeldiagram weergegeven.

▼ Afb. 46 Verdeling van het aantal soorten dieren per stam van het dierenrijk.



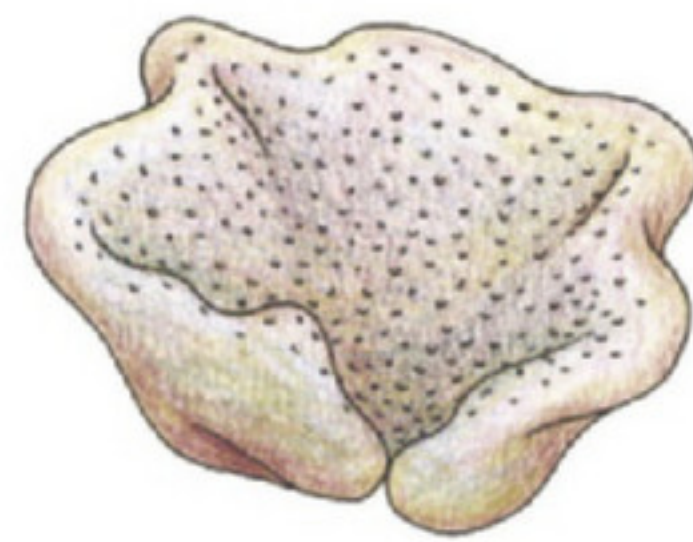
▼ **Afb. 47** De zeven stammen van het dierenrijk.**1 SPONZEN**

KENMERKEN:

- niet-symmetrisch
- een skelet van stevige hoornvezels tussen de cellen
- zitten meestal vast op de bodem van de zee



badspons

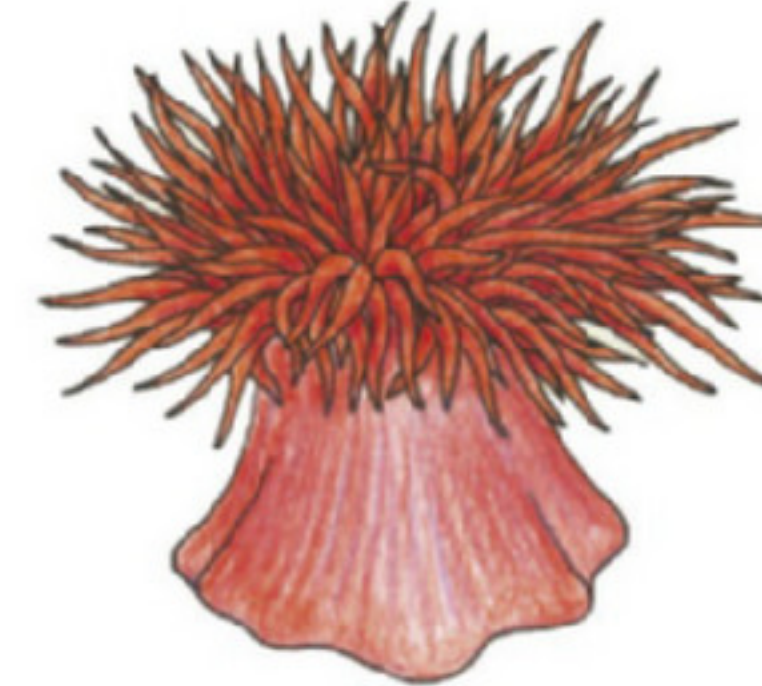


olifantorspons

2 HOLTEDIEREN

KENMERKEN:

- veelzijdig symmetrisch
- meestal geen skelet
- leven in het water
- vangen hun prooi met tentakels (vangarmen)



anemoon



kwal

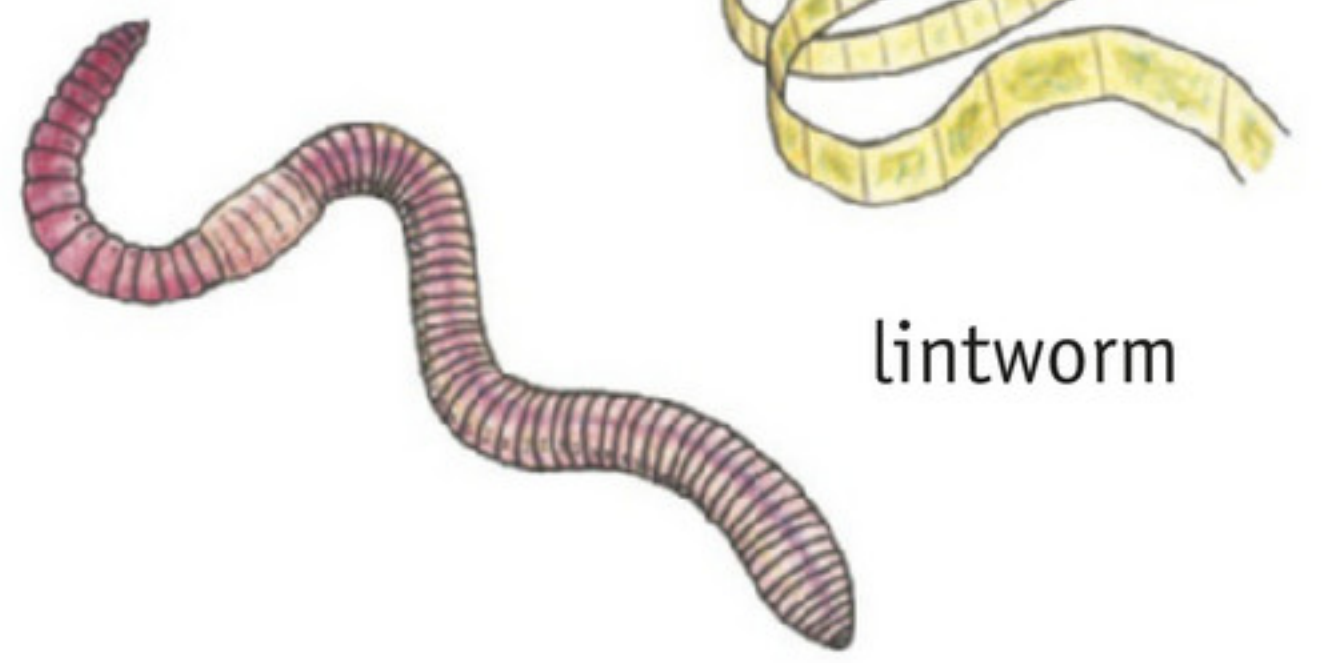
3 WORMEN

KENMERKEN:

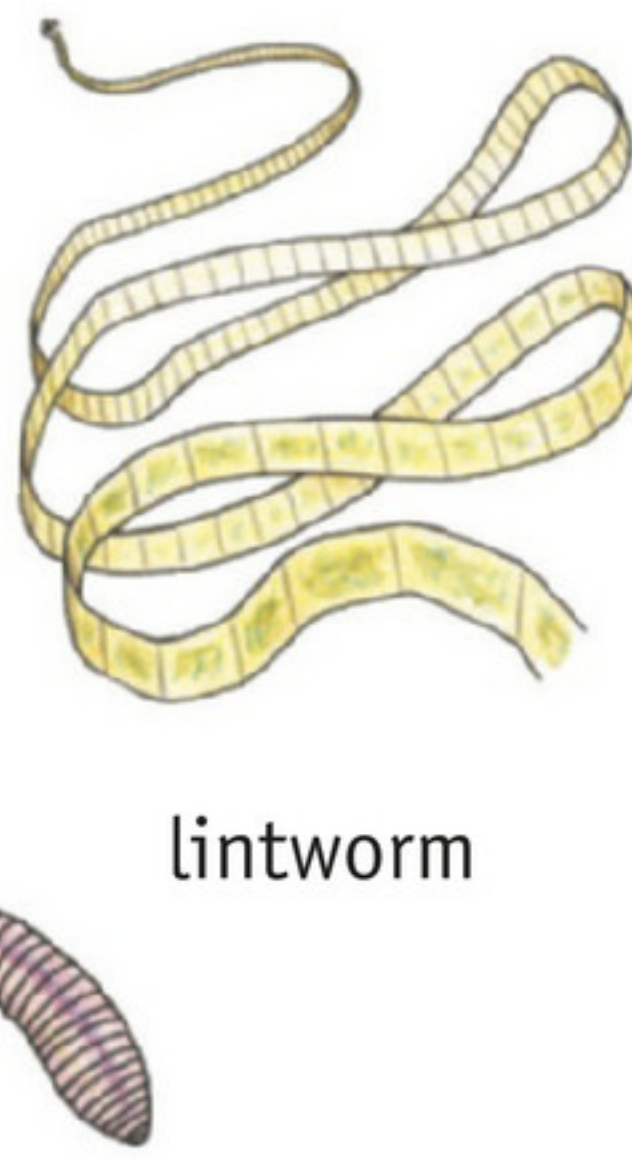
- tweezijdig symmetrisch
- geen skelet
- het lichaam is lang en dun



spoelworm



regenworm

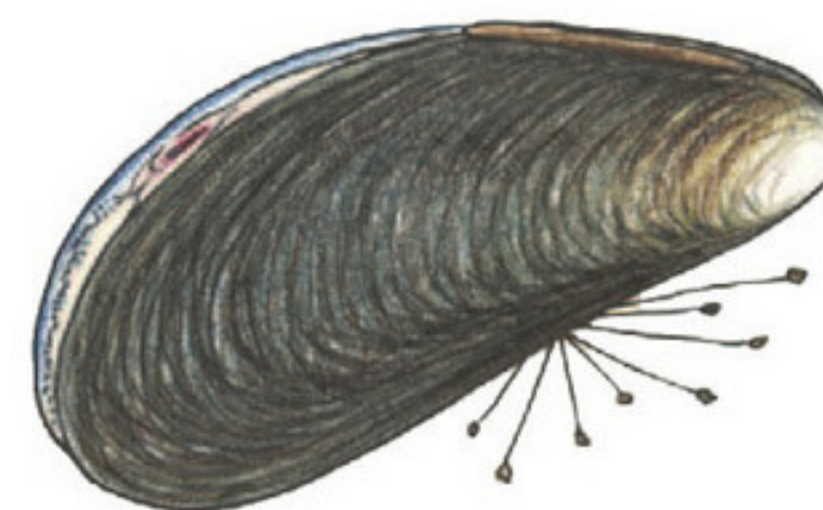


lintworm

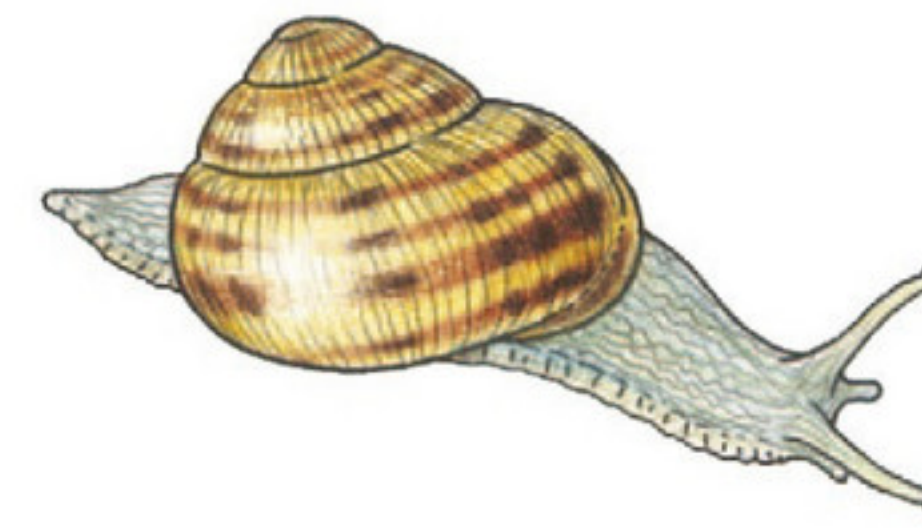
4 WEEKDIEREN

KENMERKEN:

- tweezijdig symmetrisch
- meestal een schelp of huisje als skelet



mossel



slak



inktvis

5 GELEEDPOTIGEN

KENMERKEN:

- tweezijdig symmetrisch
- het skelet is een pantser



spin



krab

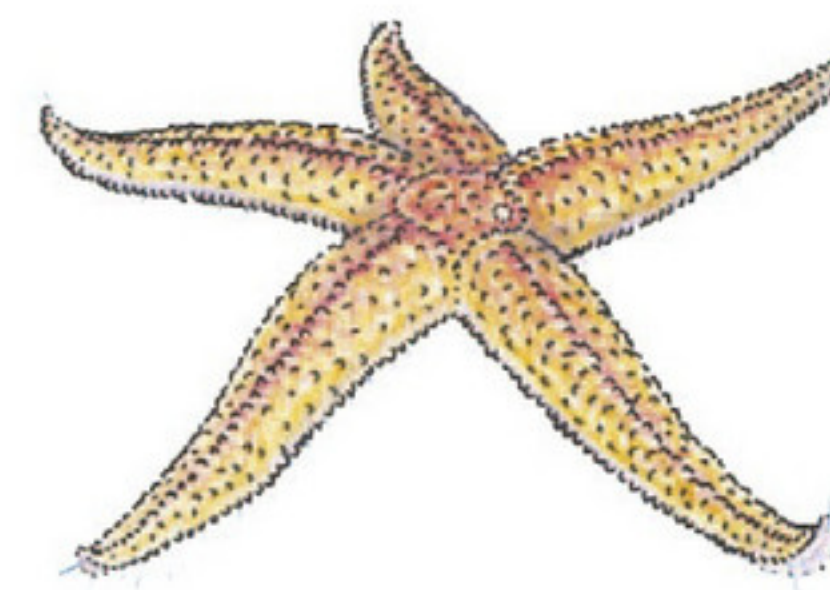


vlieg

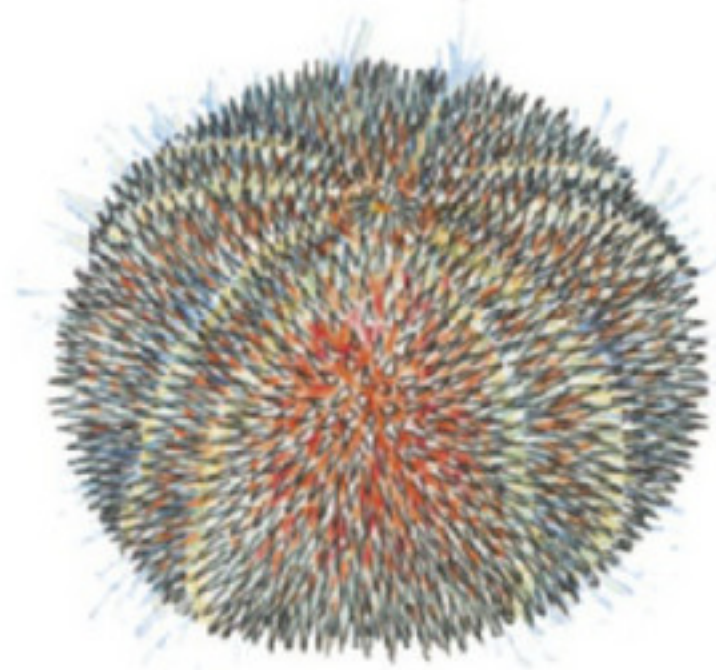
6 STEKELHUIDIGEN

KENMERKEN:

- veelzijdig symmetrisch
- inwendig skelet van kalk
- de huid is bedekt met stekels of knobbels
- leven op de bodem van de zee



zeester

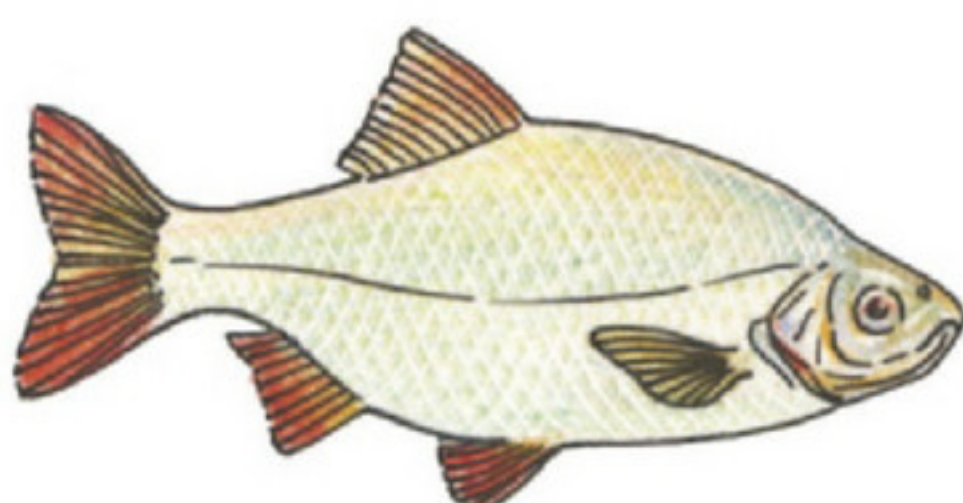


zee-eegel

7 GEWERVelden

KENMERKEN:

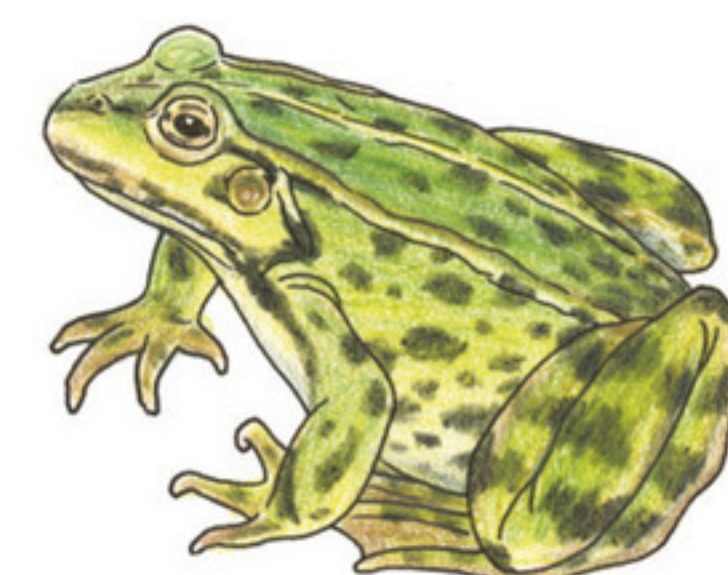
- tweezijdig symmetrisch
- een inwendig skelet



rietvoorn



meeuw



kikker

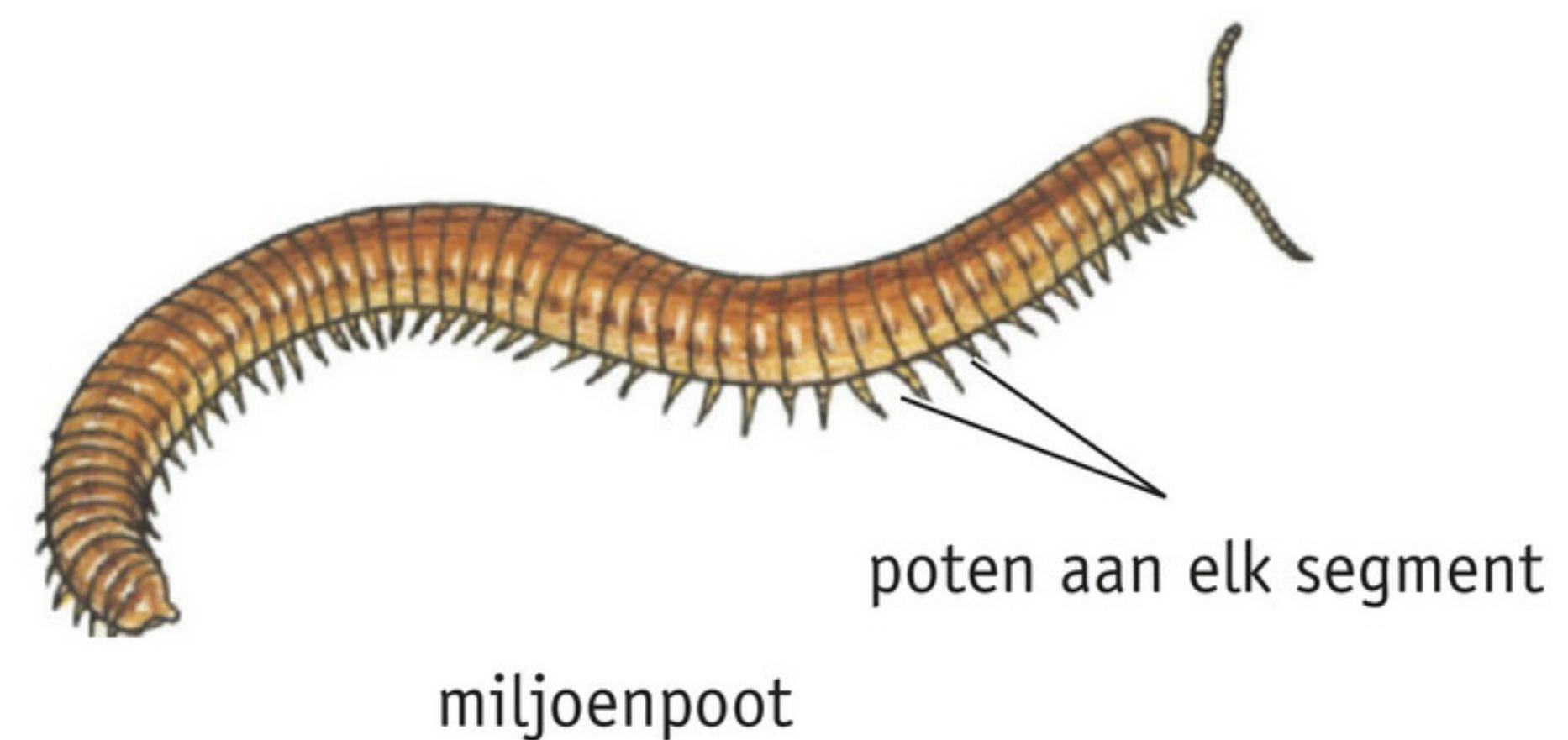
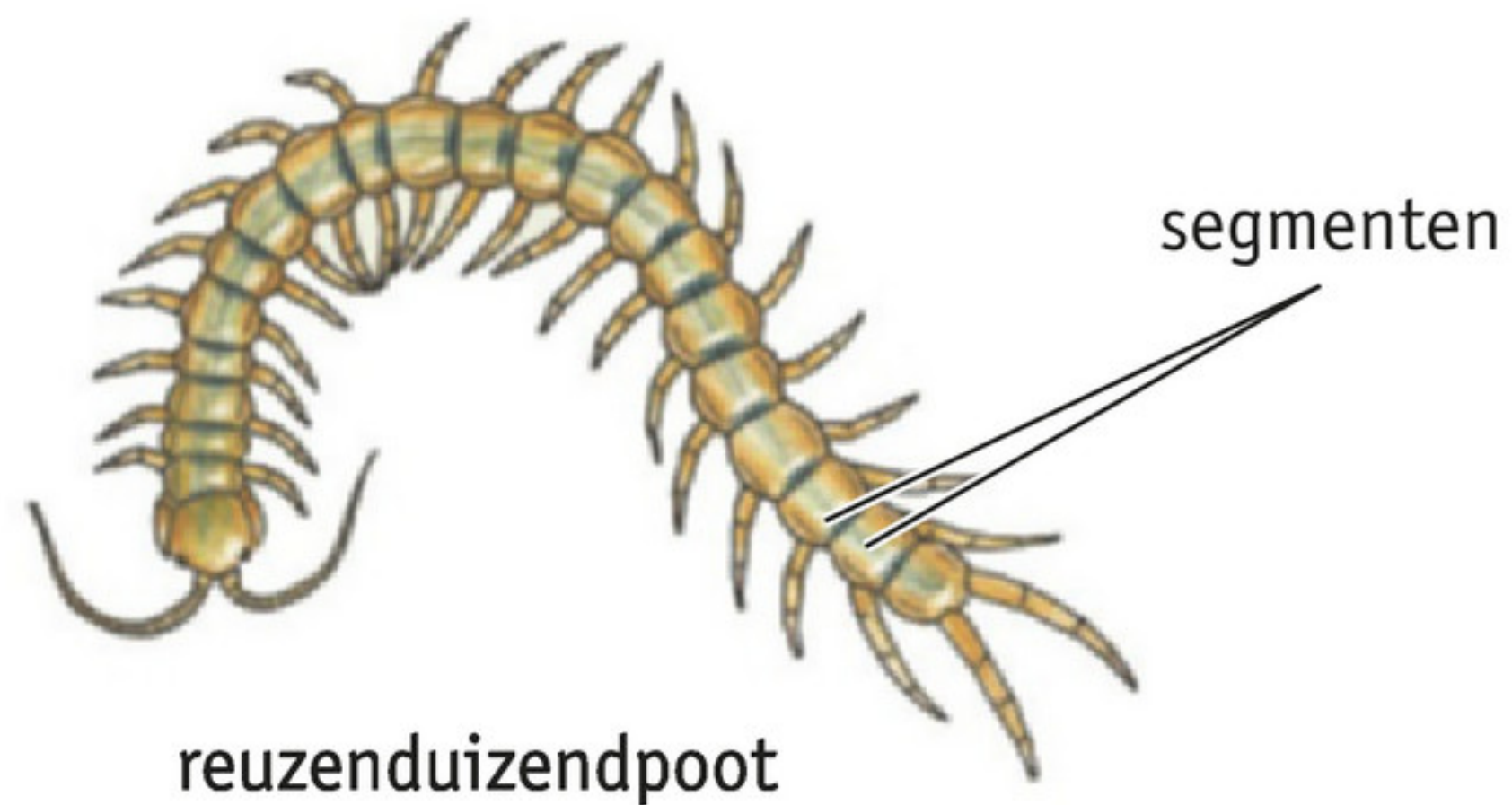
GELEEDPOTIGEN

De meeste soorten op aarde behoren tot de stam geleedpotigen (zie afbeelding 46). Je kunt de organismen van deze stam herkennen aan het uiterlijk: hun poten zijn geled. Dat wil zeggen dat de poten zijn opgebouwd uit stukjes: de **leden**. Het lichaam van geleedpotigen is gesegmenteerd. Dat wil zeggen dat het lichaam is opgebouwd uit meerdere delen: de **segmenten**. Bij de indeling van de geleedpotigen in klassen wordt gelet op het aantal segmenten en het aantal poten (zie afbeelding 48).

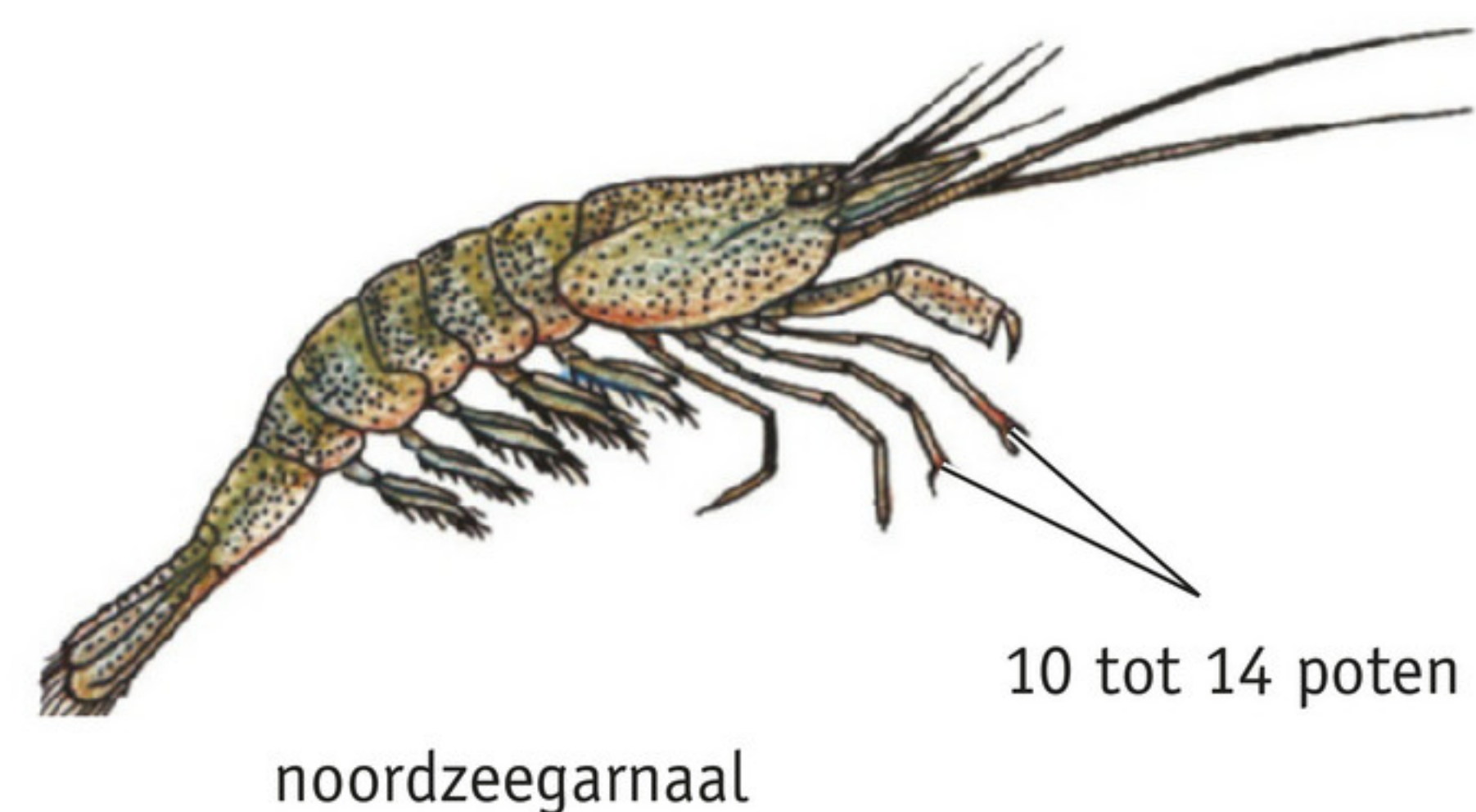
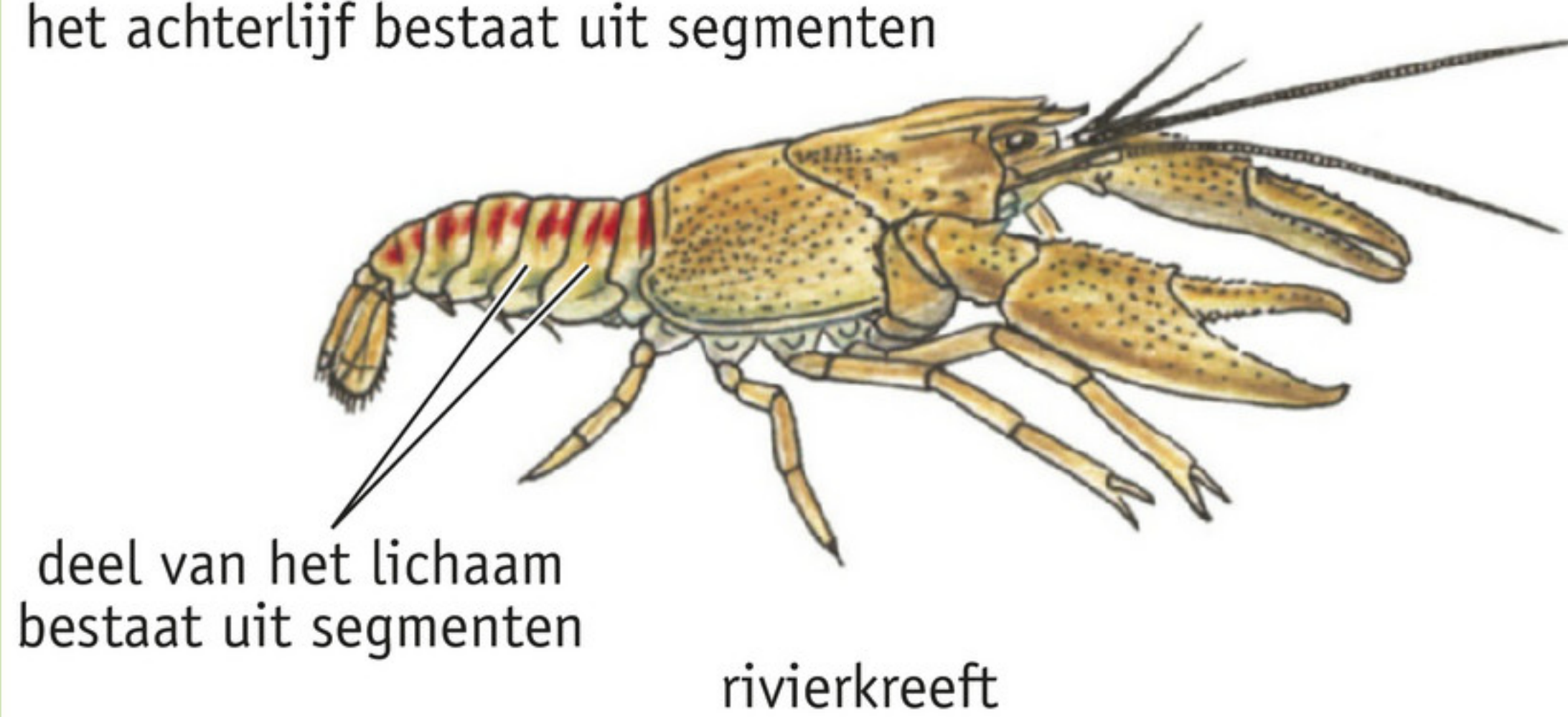
▼ **Afb. 48** Indeling van de geleedpotigen in vier klassen.

1 DUIZENDPOTEN

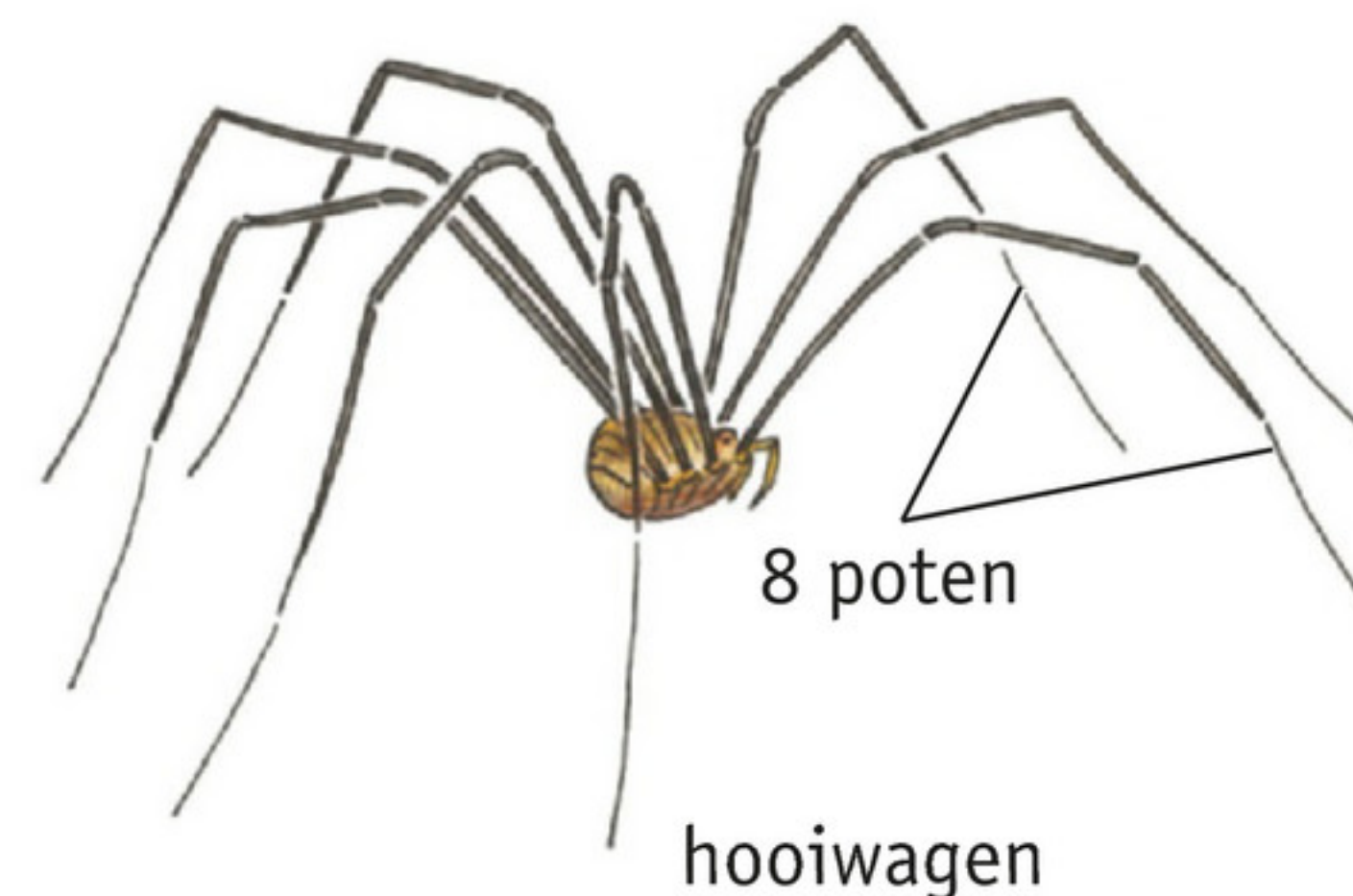
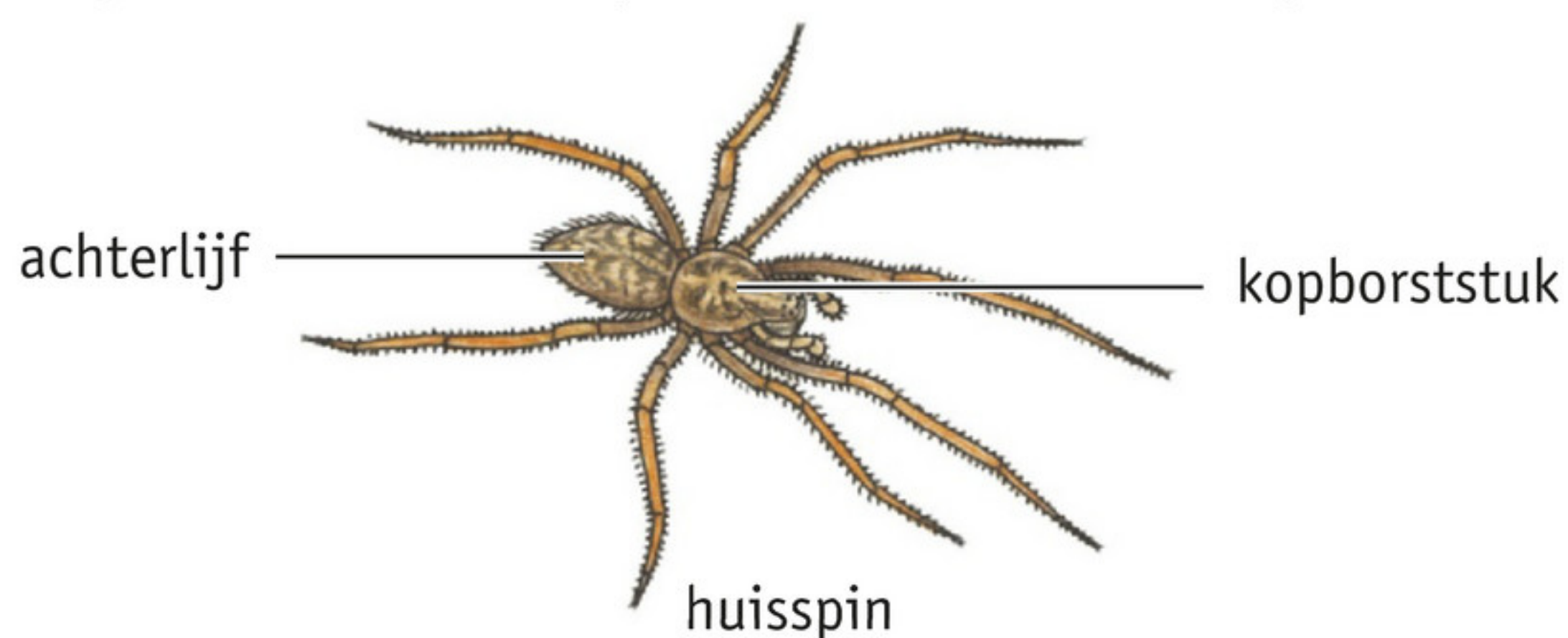
het hele lijf bestaat uit segmenten

**2 KREEFTACHTIGEN**

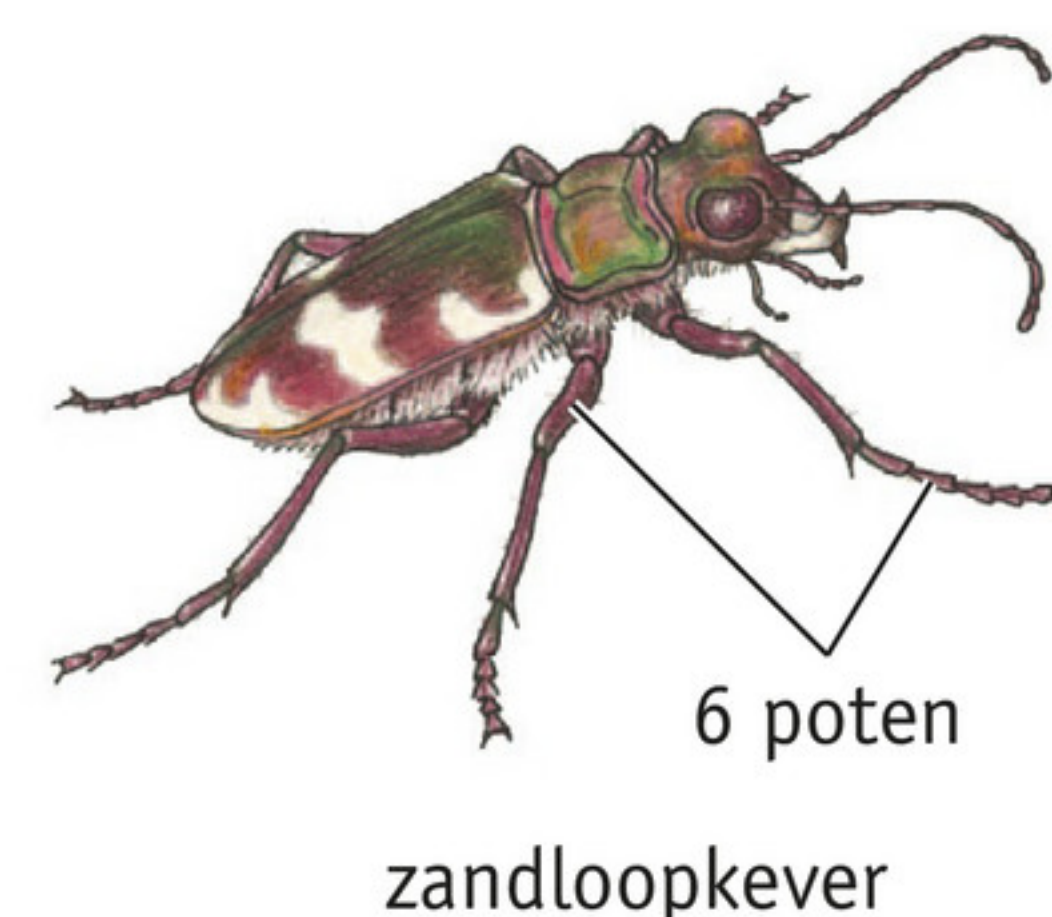
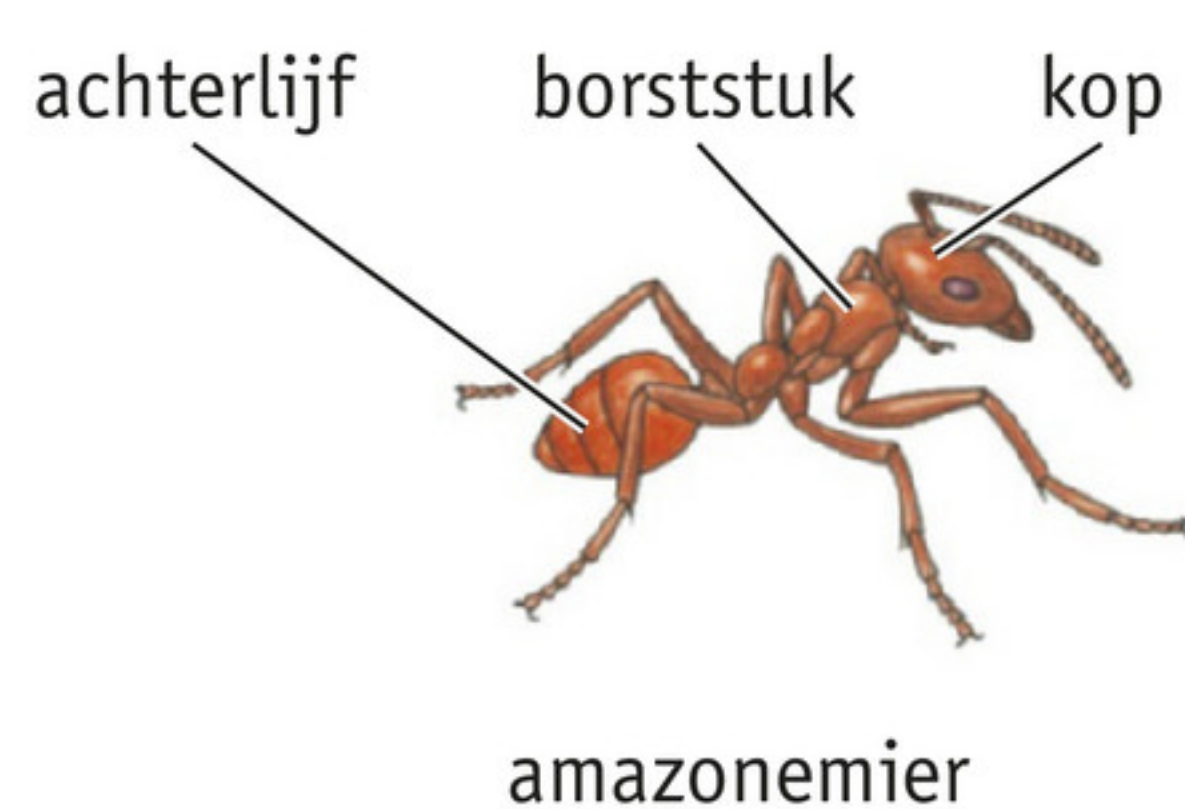
het achterlijf bestaat uit segmenten

**3 SPINACHTIGEN**

het lijf bestaat uit een kopborststuk en een achterlijf

**4 INSECTEN**

het lijf bestaat uit een kop, borststuk en een achterlijf



Geleedpotigen hebben een uitwendig skelet dat als een soort pantser om het lichaam zit. Dit skelet kan niet meegroeien. Geleedpotigen **vervellen** dan ook enkele keren tijdens de groei (zie afbeelding 49).

WB PRACTICUM 6 BLZ. 202

► **Afb. 49** Een geleedpotig dier tijdens een vervelling.



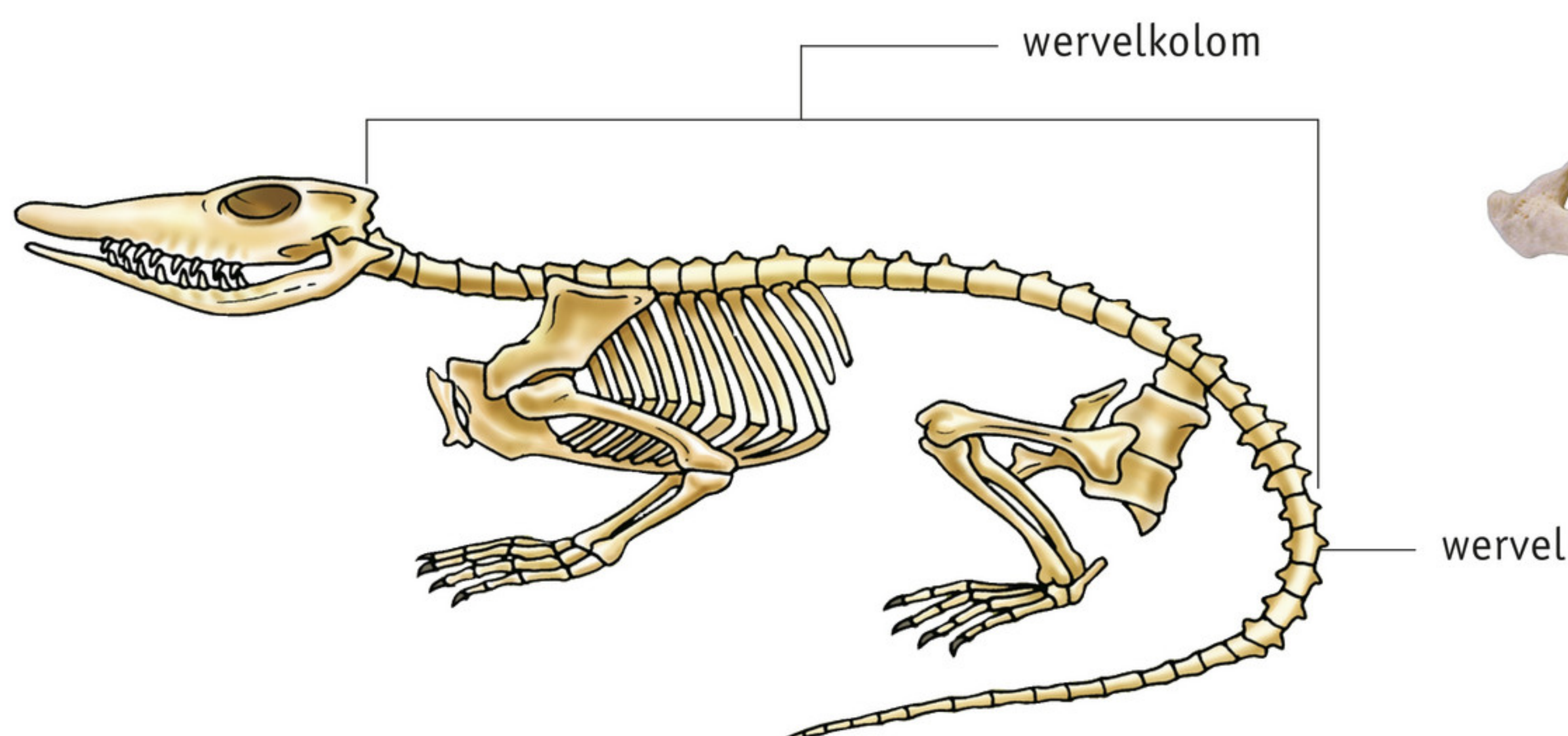
— afgeworpen vel

GEWERVELDEN

Gewervelden hebben een inwendig skelet. Een onderdeel van dit skelet is de **wervelkolom**, die is opgebouwd uit **wervels** (zie afbeelding 50).

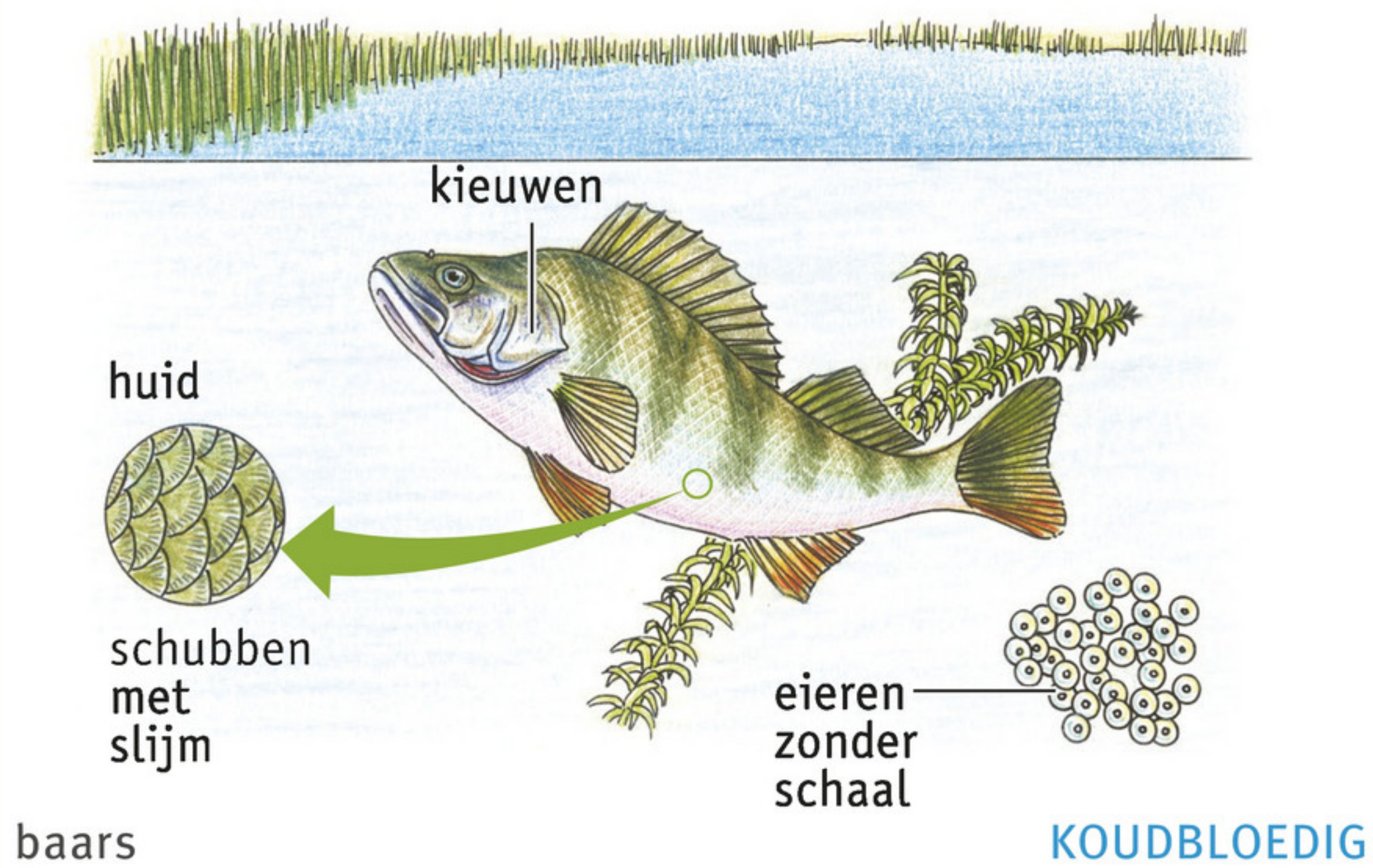
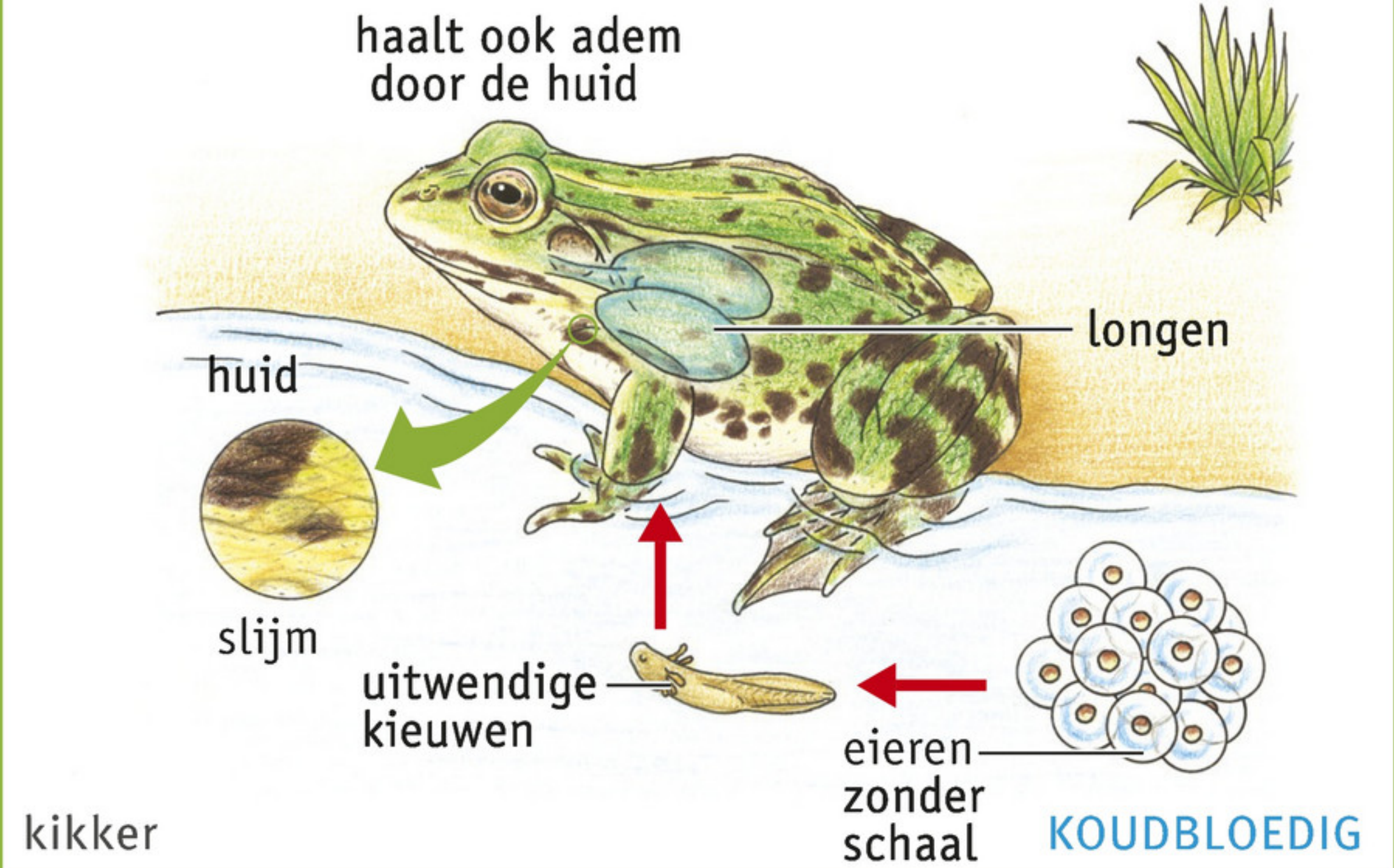
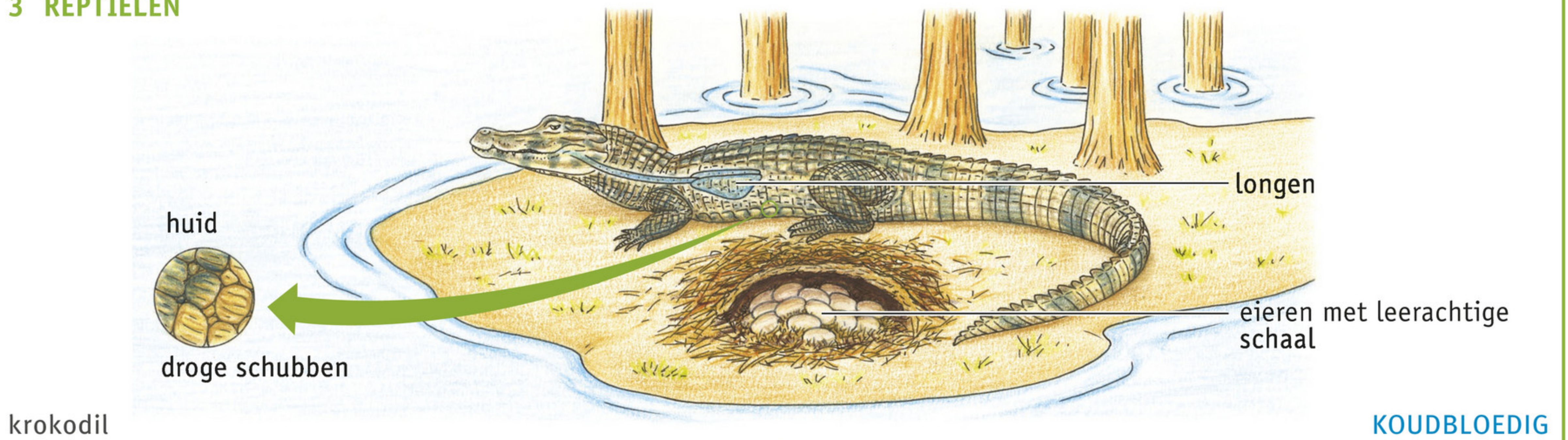
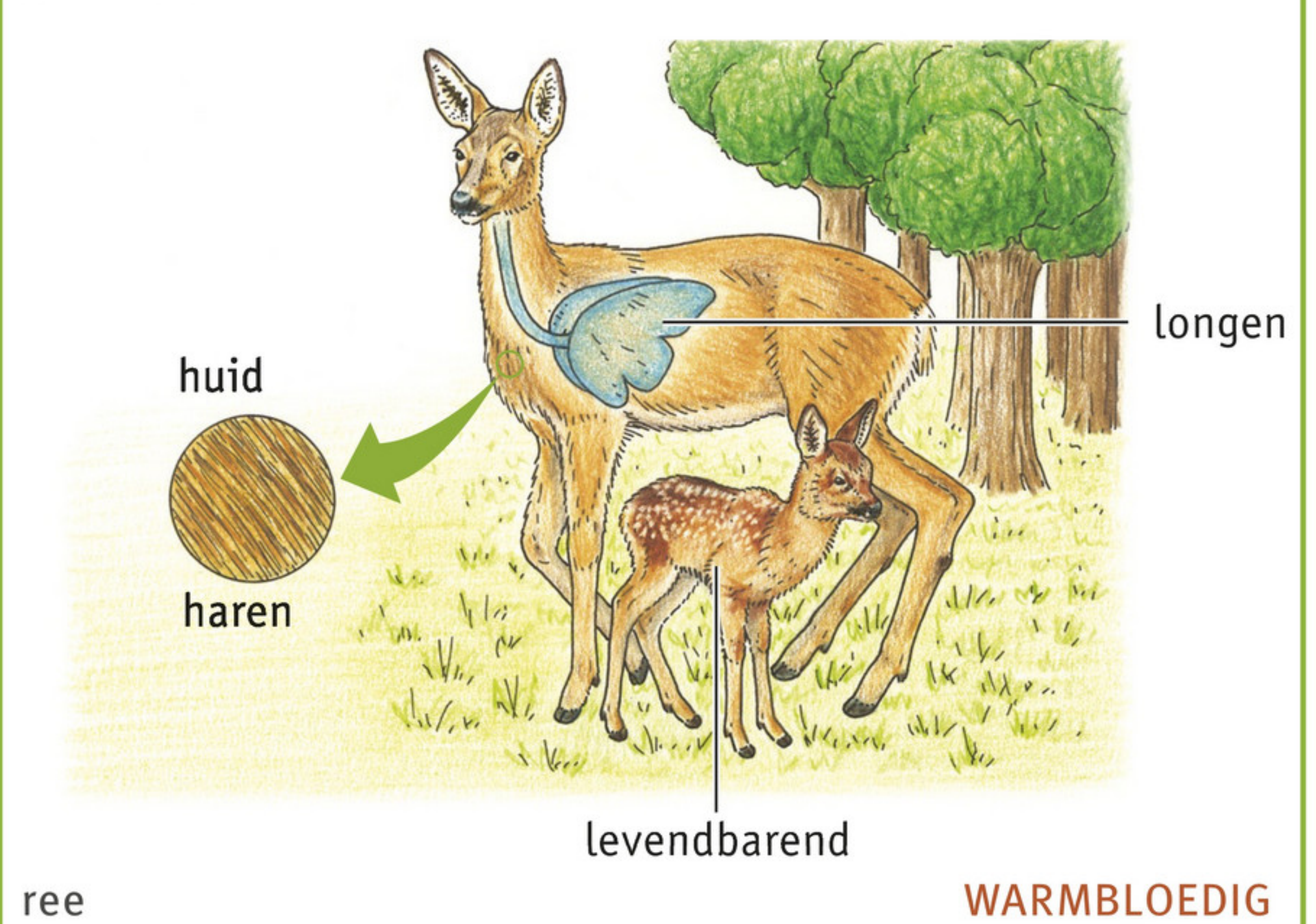
In afbeelding 51 zie je dat de stam van de gewervelden verder wordt ingedeeld in vijf klassen: **vissen**, **amfibieën**, **reptielen**, **vogels** en **zoogdieren**. In de delen hierna leer je meer over de kenmerken van gewervelden en hoe de verschillende orgaanstelsels samenwerken om een organisme gezond te houden.

▼ **Afb. 50** Gewervelden hebben een wervelkolom met wervels.



1 inwendig skelet van een krokodil

2 wervels van een mens

▼ **Afb. 51** Kenmerken van de vijf klassen van de stam van de gewervelden.**1 VISSSEN****2 AMFIBIEËN****3 REPTIELEN****4 VOGELS****5 ZOOGDIEREN**

▼ **Afb. 52** Jonge krokodillen komen uit hun ei.



De vijf klassen van de gewervelden zijn van elkaar te onderscheiden door de volgende vijf kenmerken:

- 1 De *huid*. Bij gewervelde dieren kan de huid bedekt zijn met **schubben**, **slijm**, **veren** of **haren**.
- 2 De *lichaamstemperatuur*. Bij **warmbloedige dieren** is de lichaamstemperatuur altijd even hoog (constant). Bij **koudbloedige dieren** is de temperatuur van het lichaam gelijk aan de temperatuur van de omgeving. De lichaamstemperatuur is dan niet constant. Vogels en zoogdieren zijn warmbloedig. De overige gewervelden zijn koudbloedig.
- 3 De *ademhalingsorganen*. Gewervelde dieren kunnen ademen met **kieuwen** of met **longen**. Sommige soorten gewervelden (kikkers en padden) kunnen ook door de huid ademen.
- 4 De *manier van voortplanten*. Veel gewervelde dieren leggen **eieren**. In een ei ontwikkelt zich een embryo tot een nieuw dier. De jongen komen uit een ei (zie afbeelding 52). Er zijn eieren zonder schaal, eieren met een leerachtige schaal en eieren met een kalkschaal (zie afbeelding 53). Bij zoogdieren ontwikkelt een embryo zich in een baarmoeder. De jongen komen uit de moeder. We noemen deze dieren **levendbarend** (zie afbeelding 54).

▼ **Afb. 53** Eieren van gewervelden.



1 eieren zonder schaal van een kikker (kikkerdril)



2 eieren met een leerachtige schaal van een slang



3 eieren met een kalkschaal van een merel

► **Afb. 54** Levendbarend: het jong komt uit het moederlichaam.



- 5 Het *milieu* (de omgeving) waarin de dieren voornamelijk leven. Er zijn gewervelde dieren die (vooral) in het water leven. Andere gewervelde dieren leven vooral op het land of vooral in de lucht. Sommige soorten gewervelde dieren kunnen op het land én in het water leven. Overigens zijn er uitzonderingen (zie afbeelding 55). Zo leven vrijwel alle soorten zoogdieren (voornamelijk) op het land. Maar er zijn ook zoogdieren die in het water leven, zoals walvissen. Andere uitzonderingen zijn bijvoorbeeld struisvogels en kiwi's. Deze vogels kunnen niet vliegen en leven dus alleen op het land. Ook bij reptielen komen uitzonderingen voor. De meeste reptielen leven op het land, maar de groene zeeschildpad komt bijvoorbeeld alleen aan land om eieren te leggen.

WB OPDRACHT 56 T/M 69 BLZ. 180

▼ **Afb. 55** Een zeezoogdier, een landvogel en een zeereptiel.



1 walvis



2 kiwi



3 groene zeeschildpad

8 Organismen determineren

Als je het spel 'Rara, wie ben ik?' speelt, probeer je in zo min mogelijk vragen te weten te komen welke persoon jij bent. Om te winnen is het belangrijk om slimme vragen over kenmerken te stellen. Ook als je organismen gaat indelen, moet je goed naar de kenmerken van het organisme kijken.

DETERMINEREN

Organismen die je niet kent, kun je in een domein, een rijk, een stam of een klasse plaatsen door op de kenmerken te letten. Dat noem je **determineren** (zie afbeelding 56). Je kunt determineren met behulp van een **determineertabel** of een **zoekkaart**.

▼ Afb. 56

Diervorzorger

Mijn naam is Ruben en ik studeer aan het mbo voor diervorzorger. In het begin van de opleiding hadden we vaak les in het dierenverblijf. Daar leerden we van heel veel verschillende diersoorten hoe je ze kunt verzorgen. De baardagaam is mijn favoriete dier. Hij is sterk en ziet er stoer uit. Een baardagaam heeft de volgende kenmerken: hij is tweezijdig symmetrisch en heeft een inwendig skelet met een wervelkolom. Zijn huid is bedekt met schubben en voelt droog aan. Een baardagaam is dus een reptiel.

In mijn opleiding heb ik geleerd om dieren te determineren. Dat is belangrijk omdat elk dier een andere verzorging nodig heeft. Zo heb ik geleerd dat voor reptielen als een baardagaam de temperatuur in zijn omgeving heel belangrijk is. Reptielen zijn immers koudbloedig.

Na mijn opleiding kan ik gaan werken bij een dierentuin, een asiel, een kinderboerderij of een dierenwinkel.



Afbeelding 58 is een determineertabel. Als je een organisme wilt determineren, begin je bij 1 te lezen. We nemen als voorbeeld een moerasviooltje (zie afbeelding 57). In de determineertabel zie je bij 1 staan:

- 1 a Het organisme heeft bladgroenkorrels **planten**, kijk verder bij 4
b Het organisme heeft geen bladgroenkorrels kijk verder bij 2

Een moerasviooltje heeft bladgroenkorrels, dus het is een **plant**. Je moet dan verder gaan bij 4. Daar zie je weer twee mogelijkheden staan:

- 4 a De plant draagt geen bloemen of kegels; voortplanting vindt plaats door sporen..... **sporenplanten**
b De plant draagt bloemen of kegels; voortplanting vindt plaats door zaden**zaadplanten**, kijk verder bij 5

Een moerasviooltje heeft bloemen en de voortplanting vindt plaats door zaden, dus het is een zaadplant. Als je bij 5 verder gaat, kom je uit op 5b. Daar staat alleen de naam van de klasse: bedektzadigen. Je wordt dan niet verder doorverwezen.

Een moerasviooltje behoort dus tot het rijk van de planten, tot de stam van de zaadplanten en tot de klasse van de bedektzadigen. Je moet ook de stappen noteren die je in een determineertabel maakt. Bij een moerasviooltje is dat 1a – 4b – 5b.

WB OPDRACHT 70 T/M 74 BLZ. 189

► **Afb. 57** Moerasviooltje.



▼ Afb. 58

DETERMINEERTABEL

- 1 a Het organisme heeft bladgroenkorrels **planten**, kijk verder bij 4
 b Het organisme heeft geen bladgroenkorrels kijk verder bij 2
- 2 a Het organisme heeft om elke cel een celwand kijk verder bij 3
 b Het organisme heeft geen celwand(en) **dieren**, kijk verder bij 6
- 3 a Het organisme heeft geen celkern; het is eencellig..... **bacteriën**
 b Het organisme heeft in elke cel een celkern **schimmels**
- 4 a De plant draagt geen bloemen of kegels; voortplanting vindt plaats door sporen**sporenplanten**
 b De plant draagt bloemen of kegels; voortplanting vindt plaats door zaden **zaadplanten**, kijk verder bij 5
- 5 a De zaden zitten tussen de schubben van kegels; de bladeren zijn naaldvormig **naaktzadigen**
 b De zaden zitten in vruchten; de bladeren zijn niet naaldvormig **bedektzadigen**
- 6 a Het dier is niet-symmetrisch kijk verder bij 7
 b Het dier is symmetrisch kijk verder bij 8
- 7 a Het dier is eencellig.....**eencellige dieren**
 b Het dier is meercellig..... **sponzen**
- 8 a Het dier is veelzijdig symmetrisch kijk verder bij 9
 b Het dier is tweezijdig symmetrisch kijk verder bij 10
- 9 a Het dier heeft geen skelet; het dier heeft tentakels (vangarmen)..... **holtedieren**
 b Het dier heeft een inwendig skelet; de huid is bedekt met stekels of knobbels..... **stekelhuidigen**
- 10 a Het dier heeft geen skelet; het lichaam is lang en dun**wormen**
 b Het dier heeft een skelet.....kijk verder bij 11
- 11 a Het skelet van het dier is een huisje of schelp **weekdieren**
 b Het skelet van het dier is geen huisje of schelp kijk verder bij 12
- 12 a Het dier heeft een uitwendig skelet (een pantser).....**geleedpotigen**, kijk verder bij 13
 b Het dier heeft een inwendig skelet met een wervelkolom **gewervelden**, kijk verder bij 16
- 13 a Het lichaam is geheel opgebouwd uit segmenten **duizendpoten**
 b Het lichaam is niet geheel opgebouwd uit segmenten.....kijk verder bij 14
- 14 a Het dier heeft 10 tot 14 poten **kreeftachtigen**
 b Het dier heeft minder dan 10 poten.....kijk verder bij 15
- 15 a Het dier heeft 8 poten..... **spinachtigen**
 b Het dier heeft 6 poten.....**insecten**
- 16 a De huid van het dier is bedekt met schubben kijk verder bij 17
 b De huid van het dier is niet bedekt met schubben.....kijk verder bij 18
- 17 a De schubben zijn bedekt met slijm; het dier haalt adem met kieuwen**vissen**
 b De schubben zijn droog (niet bedekt met slijm); het dier haalt adem met longen **reptielen**
- 18 a De huid van het dier is bedekt met slijm**amfibieën**
 b De huid van het dier is niet bedekt met slijm kijk verder bij 19
- 19 a De huid van het dier is bedekt met veren**vogels**
 b De huid van het dier is bedekt met haren**zoogdieren**

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt organismen indelen in domeinen en rijken.

- Organismen kun je indelen in drie domeinen:
 - archaea;
 - bacteriën;
 - eukaryoten.
- Eukaryoten kun je indelen in vier rijken:
 - protisten;
 - schimmels;
 - planten;
 - dieren.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt de kenmerken noemen van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

Organismen	Kenmerken
Bacteriën	– eencellig – geen celkern – celwand – geen bladgroenkorrels
Schimmels	– eencellig of meercellig – celkern(en) – celwand(en) – geen bladgroenkorrels
Planten	– meercellig – celkern(en) – celwand(en) – bladgroenkorrels
Dieren	– meercellig – celkern(en) – geen celwand(en) – geen bladgroenkorrels

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 1

Je kunt de groepen benoemen die ontstaan bij de verdere indeling van een domein. Je kunt omschrijven wanneer organismen tot één soort behoren.

- Organismen kun je indelen in steeds kleinere groepen:
 - Een domein wordt ingedeeld in rijken.
 - Een rijk wordt ingedeeld in stammen.
 - Een stam wordt ingedeeld in klassen.
 - Een klasse wordt ingedeeld in orden.
 - Een orde wordt ingedeeld in families.
 - Een familie wordt ingedeeld in geslachten.
 - Een geslacht wordt ingedeeld in soorten.
- Organismen behoren tot één soort als ze samen vruchtbare nakomelingen kunnen voortbrengen.

- Individuen van één soort kunnen tot verschillende rassen behoren.
 - De rassen kunnen sterk in uiterlijk verschillen.
 - Organismen die tot verschillende rassen van dezelfde soort behoren, kunnen zich samen voortplanten. Bijv.: honden van verschillende rassen.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Je kunt beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt. Je kunt toelichten welke rol geslachtelijke voortplanting, mutatie en natuurlijke selectie spelen bij het ontstaan van nieuwe rassen en soorten.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
- In een populatie treffen we voortdurend andere genotypen (en fenotypen) aan.
 - Door mutaties en geslachtelijke voortplanting ontstaan voortdurend andere genotypen (en fenotypen).
- Natuurlijke selectie: individuen met bepaalde, gunstige erfelijke eigenschappen hebben zich goed aangepast aan hun milieu. Daardoor krijgen ze meer nakomelingen dan individuen zonder deze erfelijke eigenschappen.
 - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans. Bijv.: dieren met een goede schutkleur worden minder snel opgemerkt door roofdieren dan dieren met een opvallende kleur.
 - Van individuen met een gunstig genotype zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten.
- Een soort evolueert (verandert) als door natuurlijke selectie een groep mutanten blijft voortbestaan en de oorspronkelijke vorm uitsterft.
 - Bijv.: als het milieu verandert, kan een andere vachtkleur de beste schutkleur blijken te zijn.
- Een nieuwe soort kan ook ontstaan als individuen die oorspronkelijk tot dezelfde populatie behoorden, zich niet meer met elkaar voortplanten.
 - Bijv.: een deel van een populatie kan langdurig geïsoleerd (gescheiden) raken van de rest van de populatie. Dit deel vormt een nieuwe populatie.
 - Beide populaties ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
 - Na verloop van lange tijd zijn er zoveel verschillen ontstaan, dat individuen van de twee populaties zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Je kunt omschrijven wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten.
 - Fossielen van sommige soorten organismen komen alleen in gesteentelagen van een bepaalde ouderdom voor (bijv. fossielen van dinosauriërs).
 - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 3

Je kunt omschrijven wat de overeenkomsten tussen verschillende soorten organismen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie. Je kunt toelichten dat overeenkomsten in de bouw van organen, de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in cellen duiden op verwantschap.

- Overeenkomst in de bouw van organen.
 - Organen met een verschillende functie kunnen veel overeenkomst in bouw vertonen. Bijv.: de vleugel van een vogel, de voorvin van een walrus, de voorpoot van een mol en de arm van een mens.
 - Deze organen zijn waarschijnlijk uit dezelfde grondvorm ontstaan. De organismen hebben een gemeenschappelijke voorouder gehad. Door aanpassing aan het milieu zijn de verschillen ontstaan.
- Overeenkomst in de functie van organen.
 - Organen met eenzelfde functie kunnen weinig overeenkomst in bouw vertonen. Bijv.: de vleugel van een vogel en de vleugel van een vlinder.
 - Deze organen zijn waarschijnlijk niet uit dezelfde grondvorm ontstaan. De organismen zijn dus niet nauw verwant aan elkaar. Door aanpassing aan het milieu zijn vleugels meerdere malen tijdens de evolutie ontstaan.
- Rudimentaire organen: organen die geen functie meer hebben en nauwelijks tot ontwikkeling komen.
 - Bijv.: het bekken bij een walvis, de pootresten bij reuzenslangen, de staartwervels en de blindedarm bij de mens. Bij verwante soorten komen deze organen wel tot volledige ontwikkeling.
 - Door rudimentaire organen wordt het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

- Overeenkomst in de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in de cellen.
 - Elk organisme bestaat uit een of meer cellen. De cellen vertonen overeenkomsten in bouw.
 - Cellen van verschillende organismen vertonen overeenkomsten in processen. Bijv.: celdeling en verbranding verlopen bij vrijwel alle organismen op dezelfde manier.
 - Cellen van verschillende organismen tonen overeenkomsten in de samenstelling van stoffen. Bijv.: DNA en eiwitten.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 4

Je kunt een geologische tijdschaal en een stamboom van organismen aflezen.

- In een geologische tijdschaal is de tijd sinds het ontstaan van de aarde weergegeven.
 - Een geologische tijdschaal is verdeeld in tijdperken (bijv. cenozoïcum).
 - Elk tijdperk is onderverdeeld in perioden (bijv. kwartaal en tertiair).
- In een geologische tijdschaal geven getallen de tijd aan in miljoenen jaren geleden.
- Een geologische tijdschaal geeft bijv. informatie over de geschiedenis van het leven op aarde.
- Uit een stamboom van organismen is af te lezen:
 - uit welke voorouders groepen organismen zich hebben ontwikkeld;
 - welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen. Bijv.: leeuwen en tijgers vertonen veel verwantschap; leeuwen en vissen vertonen weinig verwantschap.
- Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Je kunt kenmerken van bacteriën en schimmels noemen.

- Bacteriën zijn eencellig.
- Schimmels zijn eencellig of meercellig.
 - Gisten zijn eencellige schimmels.
 - Meercellige schimmels bestaan meestal uit schimmeldraden.
 - Meercellige schimmels planten zich meestal voort door sporen.
 - Bij sommige soorten schimmels ontstaan de sporen in paddenstoelen.
 - Bij andere soorten schimmels ontstaan de sporen aan de uiteinden van schimmeldraden.
- Bacteriën en gisten planten zich voort door te delen.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Je kunt beschrijven welke rol bacteriën en schimmels spelen voor de mens. Je kunt toelichten hoe voedselbederf en infectieziekten door bacteriën en schimmels worden tegengegaan.

- De meeste soorten bacteriën en schimmels (reducenten) voeden zich met dode resten van organismen.
 - In de natuur ruimen ze dode resten van organismen op. Hierbij komen voedingsstoffen (voedingszouten) vrij die door planten kunnen worden gebruikt.
 - Bacteriën en schimmels kunnen voedsel bederven.
 - Je kunt voedselbederf tegengaan door voedsel te conserveren.
- Bacteriën en schimmels kunnen infectieziekten veroorzaken (bijv. longontsteking en zwemmerseczeem).
- Bacteriën en schimmels worden gebruikt bij de productie van voedingsmiddelen.
 - Bacteriën worden gebruikt bij de productie van bijv. yoghurt en zuurkool.
 - Gist wordt gebruikt bij de productie van bijv. brood, bier, wijn en schimmelkaas.
 - De paddenstoelen van sommige soorten schimmels kunnen worden gegeten (bijv. champignons).
- Bacteriën en schimmels worden gebruikt bij de productie van geneesmiddelen.
 - Sommige soorten schimmels produceren antibiotica (bijv. penicilline).
- Bacteriën kunnen ook worden gebruikt om voedingsstoffen, hormonen en eiwitten te produceren (moderne biotechnologie).
- Bacteriële infectieziekten kunnen worden bestreden met antibiotica (bijv. penicilline).
- Schimmelinfecties kunnen worden bestreden met andere geneesmiddelen (bij sommige schimmelinfecties met antibiotica).
- Goede hygiëne kan infectieziekten voorkomen.

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 6

Je kunt het plantenrijk indelen in vier stammen. Van alle stammen kun je kenmerken en voorbeelden noemen.

Stam	Kenmerken	Voorbeelden
Mossen Paardenstaarten Varens	– wortels, stengels, bladeren – geen bloemen of kegels – voortplanting door sporen	– haarmos – heermoes (paardenstaart) – mannetjesvaren
Zaadplanten	– wortels, stengels, bladeren – bloemen of kegels – voortplanting door zaden	– beuk – conifeer – paardenbloem

- Mossen, paardenstaarten en varens worden ook wel sporenplanten genoemd.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Je kunt de stam van de zaadplanten indelen in twee klassen. Van elke klasse kun je kenmerken en voorbeelden noemen.

Klasse	Kenmerken	Voorbeelden
Naaktzadigen	– zaden tussen de schubben van kegels – bladeren meestal naaldvormig	– den – spar
Bedektzadigen	– zaden in vruchten – bladeren niet naaldvormig	– appelboom – boterbloem – waterlelie

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 7

Je kunt het rijk van de dieren indelen in stammen op basis van de kenmerken symmetrie en skelet.

- Iets is symmetrisch als je het in twee gelijke helften (spiegelbeelden) kunt indelen.
 - Tweezijdig symmetrisch: je kunt het dier maar op één manier in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
 - Veelzijdig symmetrisch: je kunt het dier op meerdere manieren in twee ongeveer gelijke helften te verdelen.
 - Niet-symmetrisch: je kunt het dier op geen enkele manier in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
- Een dier kan een skelet hebben van stevige delen in of rondom zijn lichaam. Sommige dieren hebben geen skelet.
 - Uitwendig skelet: het skelet zit aan de buitenzijde van het lichaam.
 - Inwendig skelet: het skelet zit binnen in het lichaam.

DOELSTELLING 13BASISSTOF 7

Je kunt het dierenrijk indelen in zeven stammen. Van elke stam kun je kenmerken en voorbeelden noemen.

Stam	Kenmerken	Voorbeelden
Sponzen	– niet-symmetrisch – een skelet van stevige hoornvezels tussen de cellen – zitten meestal vast op de bodem van de zee	– badspons – olifantoor-spons
Holte-dieren	– veelzijdig symmetrisch – meestal geen skelet – leven in het water – vangen hun prooi met tentakels (vangarmen)	– anemoon – kwal
Wormen	– tweezijdig symmetrisch – geen skelet – het lichaam is lang en dun	– lintworm – regenworm – spoelworm
Weekdieren	– tweezijdig symmetrisch – meestal een schelp of huisje als skelet	– inktvis – mossel – slak
Geleed-potigen	– tweezijdig symmetrisch – een uitwendig skelet (pantser) – groei is alleen mogelijk tijdens vervellingen – geledede poten – het lichaam bestaat (voor een deel) uit segmenten	– krab – spin – vlieg – duizend-poot
Stekel-huidigen	– veelzijdig symmetrisch – inwendig skelet van kalk – de huid is bedekt met stekels of knobbels – leven op de bodem van de zee	– zee-egel – zeester
Gewervelden	– tweezijdig symmetrisch – een inwendig skelet met een wervelkolom	– kikker – meeuw – rietvoorn

DOELSTELLING 14BASISSTOF 7

Je kunt de stam van de geleedpotigen indelen in vier klassen. Van elke klasse kun je kenmerken en voorbeelden noemen.

Klasse	Kenmerken	Voorbeelden
Duizend-poten	– hele lichaam bestaat uit segmenten (delen) – poten aan elk segment	– miljoenpoot – reuzen-duizendpoot
Kreeft-achtigen	– deel van het lichaam bestaat uit segmenten – 10 tot 14 poten	– noordzee-garnaal – rivierkreeft
Spin-achtigen	– lichaam bestaat uit achterlijf en kopborststuk – 8 poten	– hooiwagen – huisspin
Insecten	– lichaam bestaat uit achterlijf, borststuk en kop – 6 poten	– amazonemier – bromvlieg – citroenvlinder – zandloopkever

DOELSTELLING 15 BASISSTOF 7

Je kunt de stam van de gewervelden indelen in vijf klassen. Van elke klasse kun je kenmerken en voorbeelden noemen.

Klasse	Kenmerken	Voorbeelden
Vissen	– huid bedekt met schubben en slijm – koudbloedig – ademhaling met kieuwen – voortplanting: eieren zonder schaal – milieu: in het water	– baars
Amfibieën	– huid bedekt met slijm – koudbloedig – ademhaling eerst met kieuwen en huid; later met longen en huid – voortplanting: eieren zonder schaal – milieu: in het water en op het land	– kikker
Reptielen	– huid bedekt met droge schubben – koudbloedig – ademhaling met longen – voortplanting: eieren met leerachtige schaal – milieu: op het land	– krokodil – schildpad – slang
Vogels	– huid bedekt met veren – warmbloedig – ademhaling met longen – voortplanting: eieren met kalkschaal – milieu: in de lucht	– kiwi – merel – struisvogel
Zoogdieren	– huid bedekt met haren – warmbloedig – ademhaling met longen – voortplanting: levendbarend – milieu: op het land	– ree – walvis

DOELSTELLING 16 BASISSTOF 8

Je kunt een determineertabel van organismen gebruiken.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geoefend in het doen van een practicum met protisten, bacteriën, schimmels, planten en dieren.
- Je hebt geoefend in het maken van tekeningen.
- Je hebt geoefend in het werken met de loep en de microscoop.
- Je hebt geoefend in het aflezen van een geologische tijdschaal en stamboom.
- Je hebt geoefend in het innemen en verdedigen van een eigen standpunt.
- Je hebt geoefend in het aflezen en maken van een cirkeldiagram.
- Je hebt geoefend in het invullen van een vertakkings-schema.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.
Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een apothekers-assistent en een dierverzorger.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

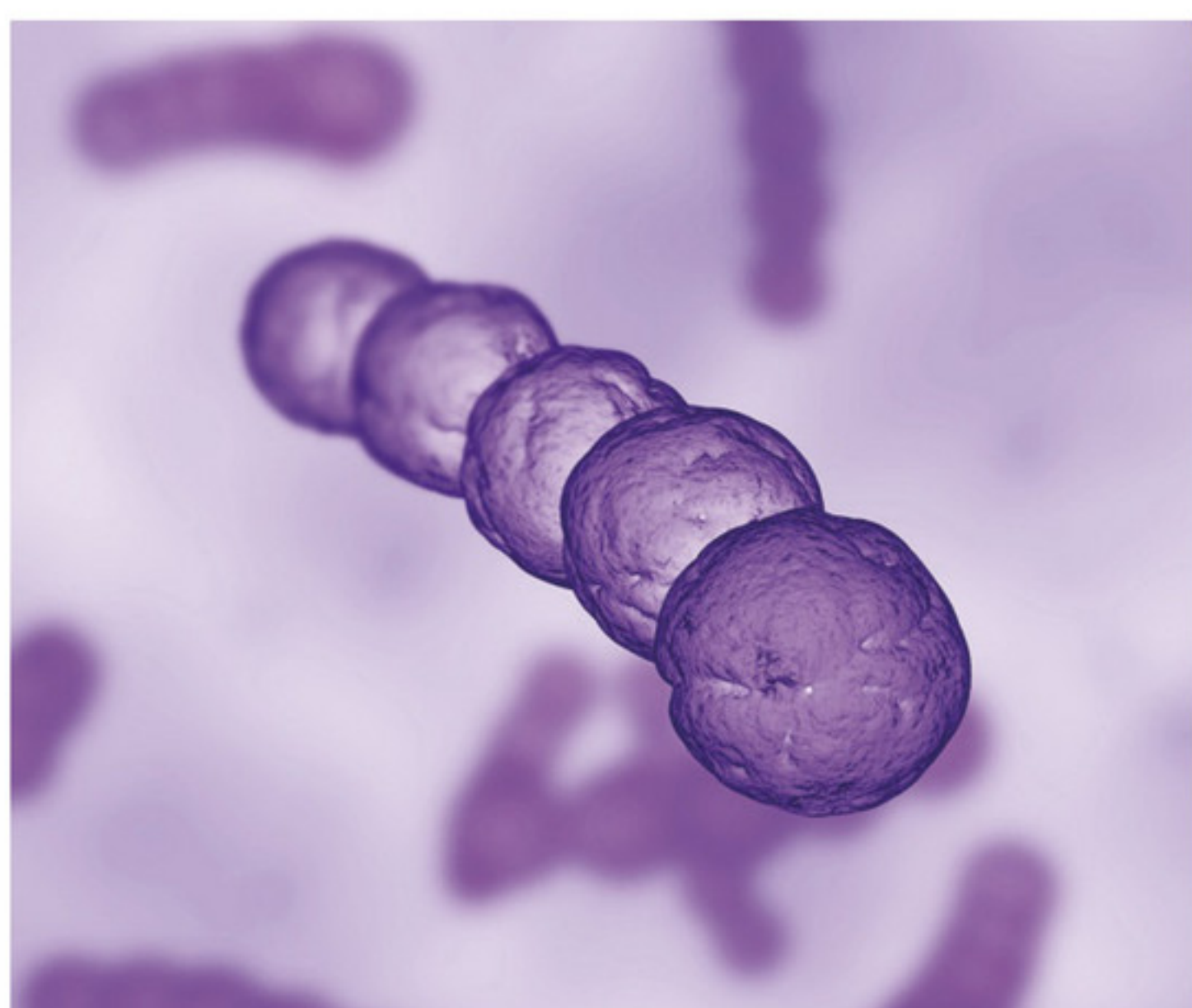
DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Drie domeinen zijn archaea, bacteriën en eukaryoten. Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Afbeelding 59 is een foto van streptokokken. Streptokokken groeien in de vorm van een ketting, maar zijn in werkelijkheid eencellige organismen zonder kern. Ze komen onder andere voor op de huid. Tot welk domein behoren streptokokken?
- 2 Welke rijken behoren bij het domein van de eukaryoten?

▼ **Afb. 59** Streptokokken (vergroting 15 000×).



DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende vragen.

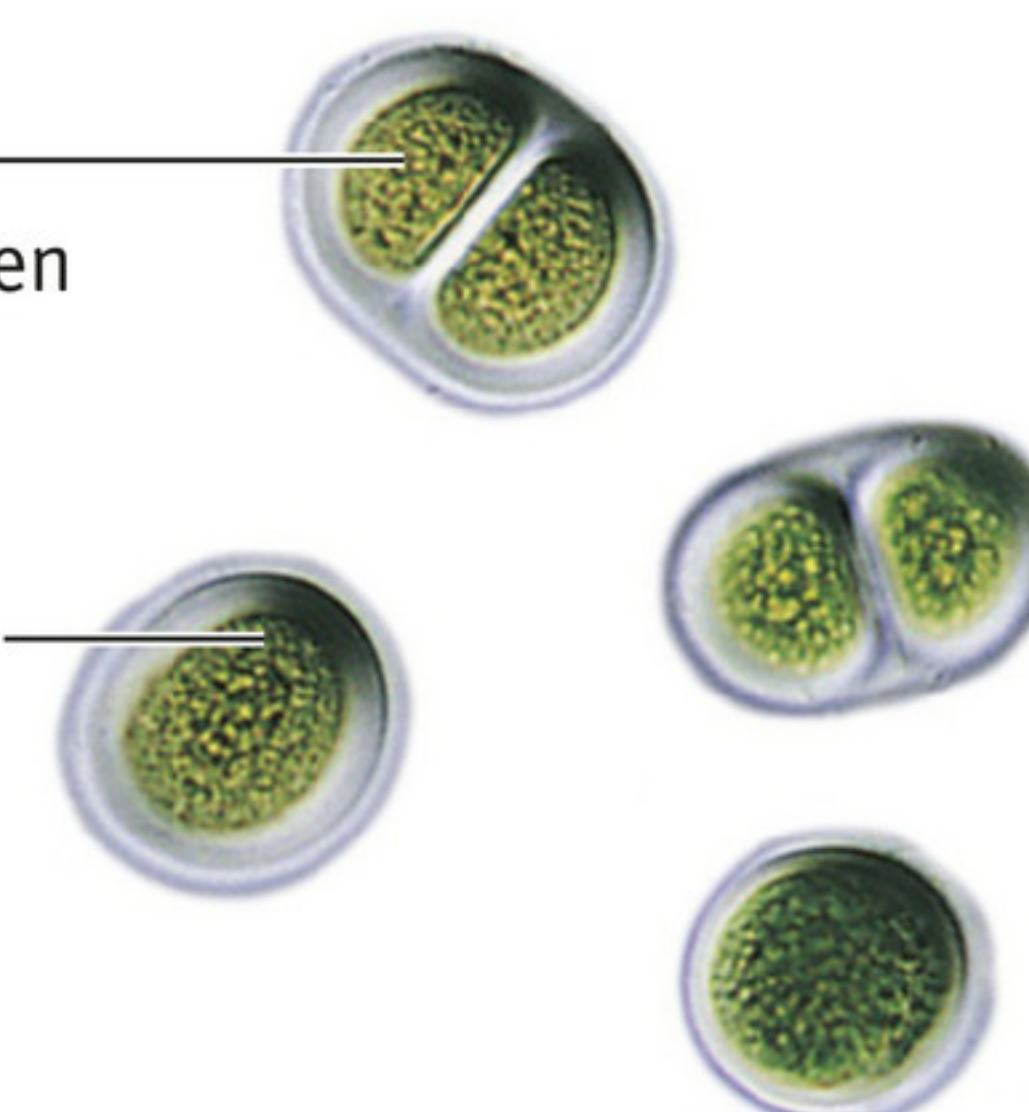
- 1 Drie domeinen zijn archaea, bacteriën en eukaryoten. In welk domein of in welke domeinen komen eencellige organismen voor?
- 2 In afbeelding 60 zie je boomalgen. Deze groeien op de stam en de takken van bomen. Ze geven een groene kleur aan de bruine bast van de boom. Wanneer je de algen onder een microscoop bekijkt, zie je dat ze eencellig zijn. Behoren boomalgen tot het rijk van de planten?
- 3 Afbeelding 61 is een foto van een wangslimvliescel. Zitten om wangslimvliessen cellen celwanden?

▼ **Afb. 60** Boomalgen.



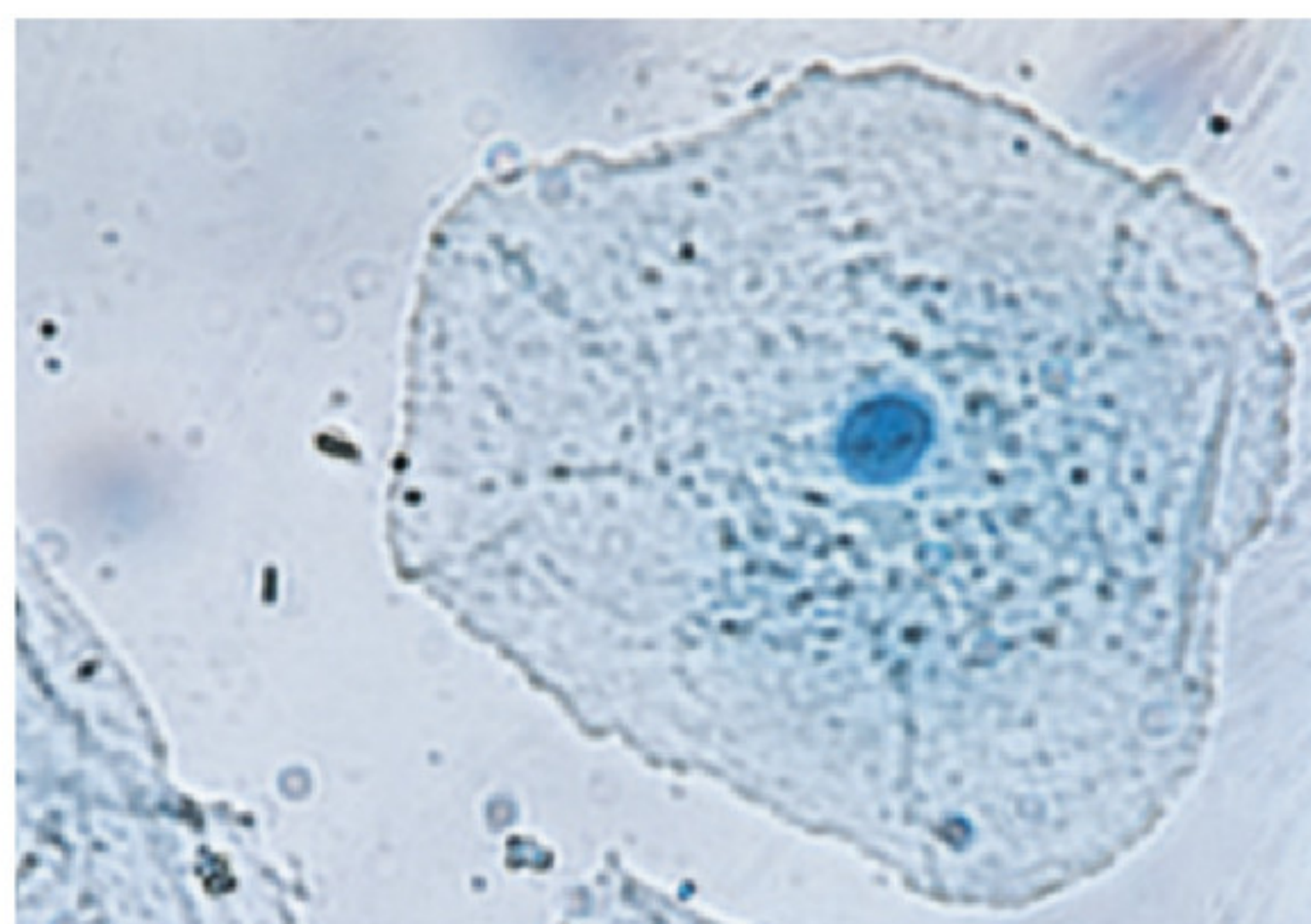
delende boomalgcellen

boomalgccl



- 1 boomalgen vormen een groene aanslag op bomen
- 2 microscopische foto van boomalgen

▼ **Afb. 61** Wangslimvliescel.



DOELSTELLING 3

BASISSTOF 1

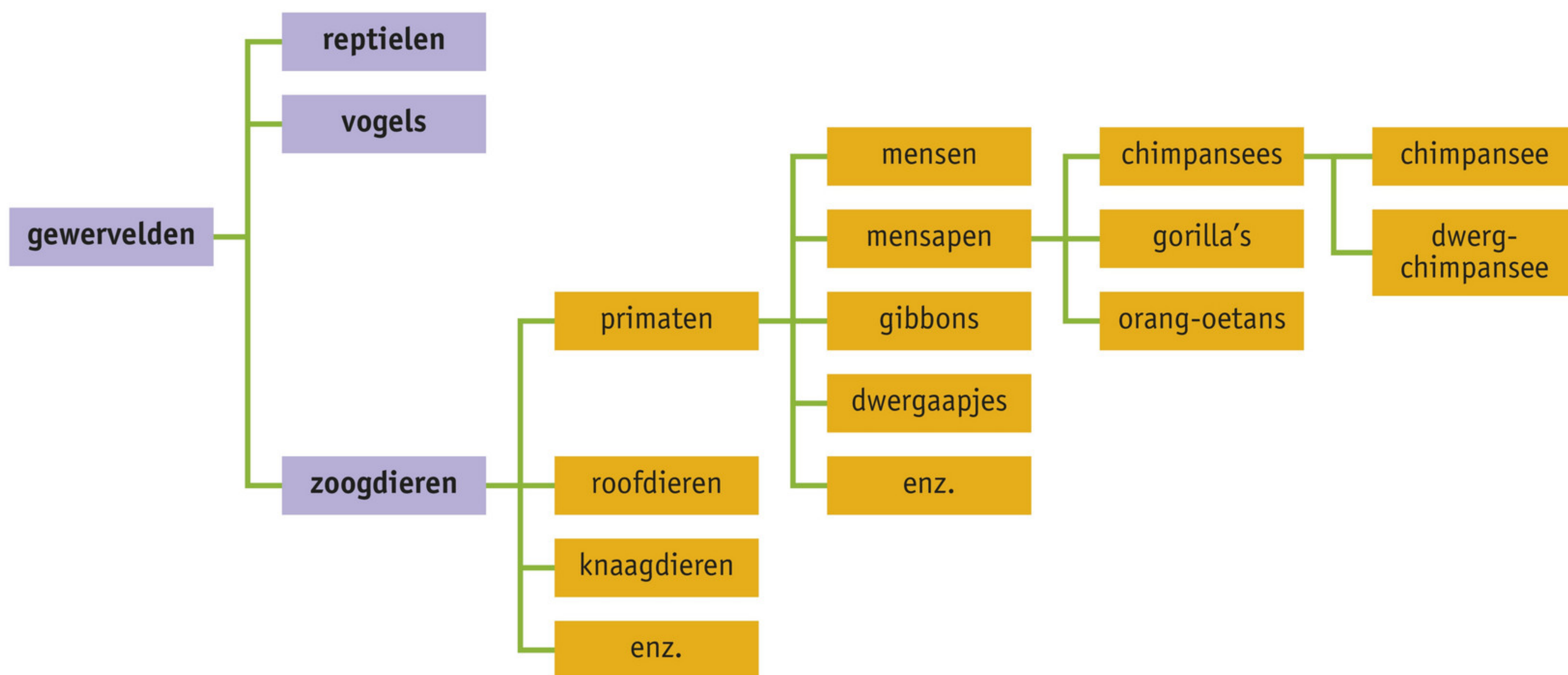
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

Bij de verdere indeling van een domein in groepen onderscheiden we in willekeurige volgorde: klasse – rijk – stam – geslacht – orde – familie – soort.

Afbeelding 62 is een deel van een vertakkingsschema van de stam gewervelden van het dierenrijk.

- 1 In afbeelding 63 zie je een chimpansee en een gorilla. Deze dieren zijn nauw aan elkaar verwant. Toch komen ze bij de verdere indeling van de zoogdieren in verschillende groepen terecht. Welke uitspraak over deze groepen is juist?
 - A Chimpansees en gorilla's behoren tot verschillende families.
 - B Chimpansees en gorilla's behoren tot verschillende geslachten.
 - C Chimpansees en gorilla's behoren tot verschillende klassen.
 - D Chimpansees en gorilla's behoren tot verschillende orden.

▼ Afb. 62 Vertakkingsschema.



▼ Afb. 63 Apen.



1 chimpansee

2 gorilla

2 Noorse boskatten en Britse kortharen zijn twee kattenrassen (zie afbeelding 64). Hierover worden twee beweringen gedaan.

- 1 Een Noorse boskat en een Britse korthaar zijn twee verschillende soorten.
- 2 Een Noorse boskat en een Britse korthaar kunnen vruchtbare nakomelingen krijgen.

Welke bewering is of welke beweringen zijn juist?

- A Alleen bewering 1 is juist.
- B Alleen bewering 2 is juist.
- C Beide beweringen zijn juist.
- D Geen van beide beweringen is juist.

▼ Afb. 64 Katten.



1 Noorse boskat

2 Britse korthaar

3 De volgende beweringen gaan over afbeelding 65.

- 1 Een leeuw en een tijger behoren tot dezelfde soort.
- 2 Een teeuw en een lijger behoren tot dezelfde soort.

Welke bewering is of welke beweringen zijn juist?

- A Alleen bewering 1 is juist.
- B Alleen bewering 2 is juist.
- C Beide beweringen zijn juist.
- D Geen van beide beweringen is juist.

▼ Afb. 65

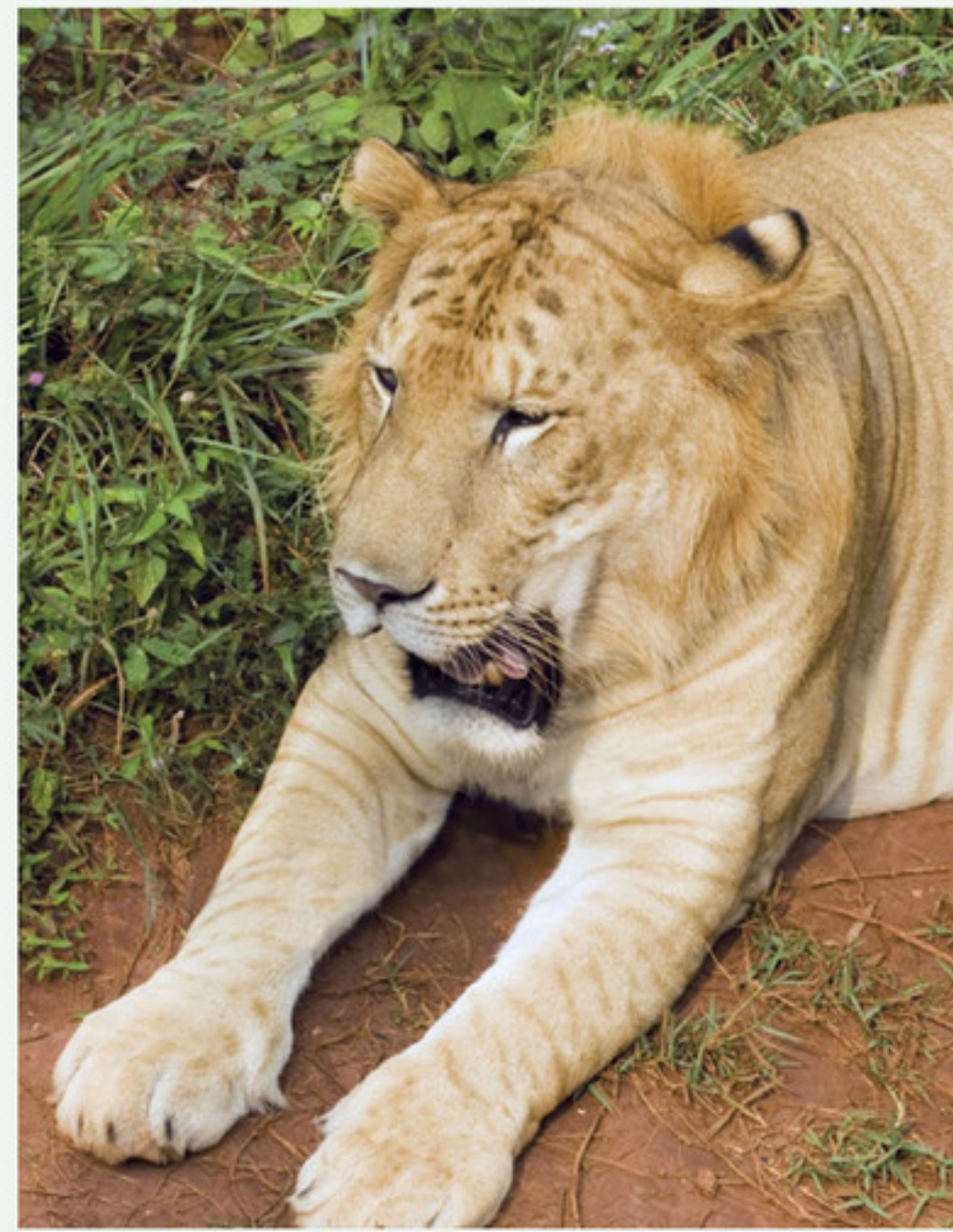
Lijger en teeuw

Een lijger en een teeuw kunnen worden geboren als een leeuw en een tijger zich voortplanten. Is de moeder een tijger, dan ontstaat een lijger (zie foto 1). Is de moeder een leeuw, dan ontstaat een teeuw (zie foto 2).

Een lijger en een teeuw zijn niet vruchtbaar. Ze kunnen zich dus niet voortplanten. Opvallend is ook dat ze een stuk groter zijn dan hun ouders.



1 lijger



2 teeuw

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De ontwikkeling van vissen tot amfibieën is een voorbeeld van evolutie.
- 2 De ontwikkeling van larve tot lieveheersbeestje is een voorbeeld van evolutie (zie afbeelding 66).
- 3 In een populatie ontstaan voortdurend andere genotypen door mutatie en geslachtelijke voortplanting.
- 4 Als in een populatie beren de vachtkleur van de organismen verandert als gevolg van een mutatie, ontstaat altijd een nieuwe soort.
- 5 Een nieuwe soort kan ontstaan door invloeden uit het milieu.

▼ Afb. 66 Van larve tot lieveheersbeestje.



larve

volwassen lieveheersbeestje

De gegevens uit de context 'Soortenrijk meer' (zie afbeelding 67) horen bij vraag 6 en 7.

- 6 Het ontstaan van verschillende poeltjes heeft bijgedragen aan het ontstaan van nieuwe soorten cichliden.
- 7 In de context staat dat er niet altijd voldoende voedsel beschikbaar is. Dit is een voorbeeld van natuurlijke selectie.

De volgende gegevens horen bij vraag 8 en 9.

In een gistcel is een mutatie ontstaan. De mutatie is niet van invloed op de overlevingskans van de gistcel. Een gistcel deelt zich onder bepaalde omstandigheden elk halfuur.

- 8 Na 7 uren zijn er 16 383 gistcellen ontstaan.
- 9 Dit een voorbeeld van geslachtelijke voortplanting.

▼ Afb. 67

Soortenrijk meer

In het Victoriameer in Afrika zijn meer dan vijfhonderd soorten cichlidenvissen ontstaan in de loop van duizenden jaren. Opmerkelijk is dat er in zo'n korte tijd zoveel verschillende soorten zijn ontstaan. Een mogelijke verklaring is dat het meer in het verleden gedeeltelijk droog is komen te liggen waardoor verschillende poeltjes zijn ontstaan. Daarnaast blijken de vissen erg kieskeurig te zijn als het om de partnerkeuze gaat. Vrouwtjescichliden kunnen een voorkeur hebben voor mannetjescichliden met een bepaalde kleur (zie de foto). Zij paren alleen met deze geselecteerde mannetjes.

In het Victoriameer is niet altijd voldoende voedsel beschikbaar. De vissen hebben daardoor allerlei manieren gevonden om zich te voeden. Ze schrapen bijvoorbeeld algen van rotsen, eten garnalen en 'stelen' de eieren van andere soorten.



DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- In afbeelding 68 zijn een skelet van een zee-egel en versteende afdrukken van zee-egels weergegeven. Is het skelet een fossiel? En zijn de versteende afdrukken fossielen?
 - Alleen het skelet is een fossiel.
 - Alleen de versteende afdrukken zijn fossielen.
 - Het skelet en de versteende afdrukken zijn allebei fossielen.
 - Het skelet en de versteende afdrukken zijn allebei geen fossielen.

▼ **Afb. 68** Zee-egels.



1 skelet van een zee-egel



2 versteende afdrukken van zee-egels

- Slakken kunnen worden ingedeeld in naaktslakken en huisjesslakken (zie afbeelding 69). Van welke slakken zullen delen het best kunnen fossiliseren? En onder welke omstandigheden?
 - Naaktslakken die na het sterven aan de lucht blootgesteld blijven.
 - Naaktslakken die na het sterven van de lucht worden afgesloten door sedimenten.
 - Huisjesslakken die na het sterven aan de lucht blootgesteld blijven.
 - Huisjesslakken die na het sterven van de lucht worden afgesloten door sedimenten.

▼ **Afb. 69** Slakken.



1 naaktslak



2 huisjesslak

- Andrea zegt dat fossielen van eencelligen in zeer oude gesteentelagen kunnen voorkomen. Barbara zegt dat fossielen van eencelligen in de jongste gesteentelagen kunnen voorkomen. Carina zegt dat fossielen van zoogdieren in de jongste gesteentelagen kunnen voorkomen. Wie hebben gelijk?
 - Alleen Andrea en Barbara.
 - Alleen Andrea en Carina.
 - Alleen Barbara en Carina.
 - Andrea, Barbara en Carina.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- Welke van de volgende organen zijn rudimentair?
 - De staartwervels van een mens.
 - Het gewei van mannetjesherten.
 - De vleugels van een lieveheersbeestje.
- Organismen van verschillende soorten kunnen veel overeenkomst vertonen in de samenstelling van stoffen, bijvoorbeeld van DNA. Waarom is deze overeenkomst een argument voor de evolutietheorie?
 - Dit toont aan dat soorten veranderen, doordat mutanten blijven voortbestaan en individuen van de oorspronkelijke vorm uitsterven.
 - Hieruit kan worden afgeleid hoelang geleden de verschillende soorten zijn ontstaan.
 - Dit maakt aannemelijk dat verschillende soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.

De volgende gegevens horen bij vraag 3 tot en met 5. In afbeelding 70 zijn de poot van een krokodil, de vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg getekend.

- Welke van deze organen vertonen veel overeenkomst in bouw?
 - De poot van een krokodil en de vleugel van een vleermuis.
 - De poot van een krokodil en de vleugel van een vlieg.
 - De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg.

- 4 Welke van deze organen vertonen veel overeenkomst in functie?
- A De poot van een krokodil en de vleugel van een vleermuis.
 - B De poot van een krokodil en de vleugel van een vlieg.
 - C De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg.
- 5 Welke van deze organen zijn waarschijnlijk uit dezelfde grondvorm ontstaan?
- A De poot van een krokodil en de vleugel van een vleermuis.
 - B De poot van een krokodil en de vleugel van een vlieg.
 - C De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg.

DOELSTELLING 7

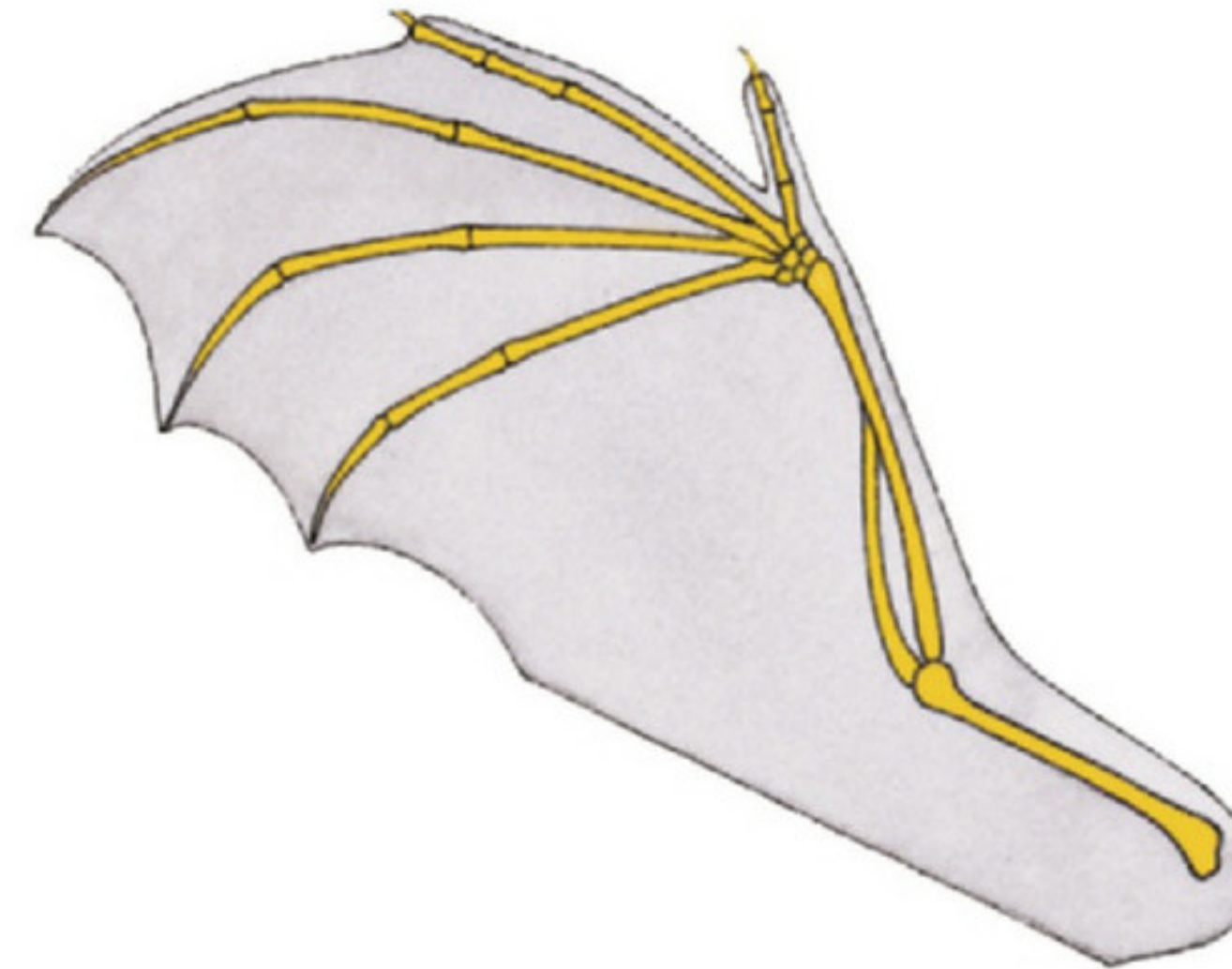
BASISSTOF 4

In afbeelding 71 is in een geologische tijdschaal het ontstaan van de gewervelde landdieren weergegeven. De breedte van de lijnen komt overeen met het aantal soorten.

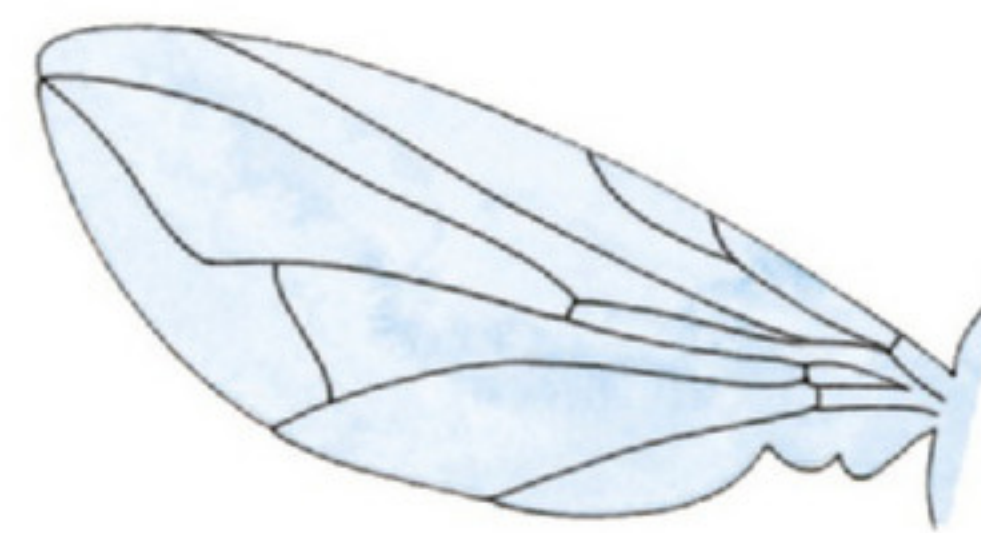
▼ Afb. 70 Poot en vleugels van drie dieren.



1 de poot van een krokodil

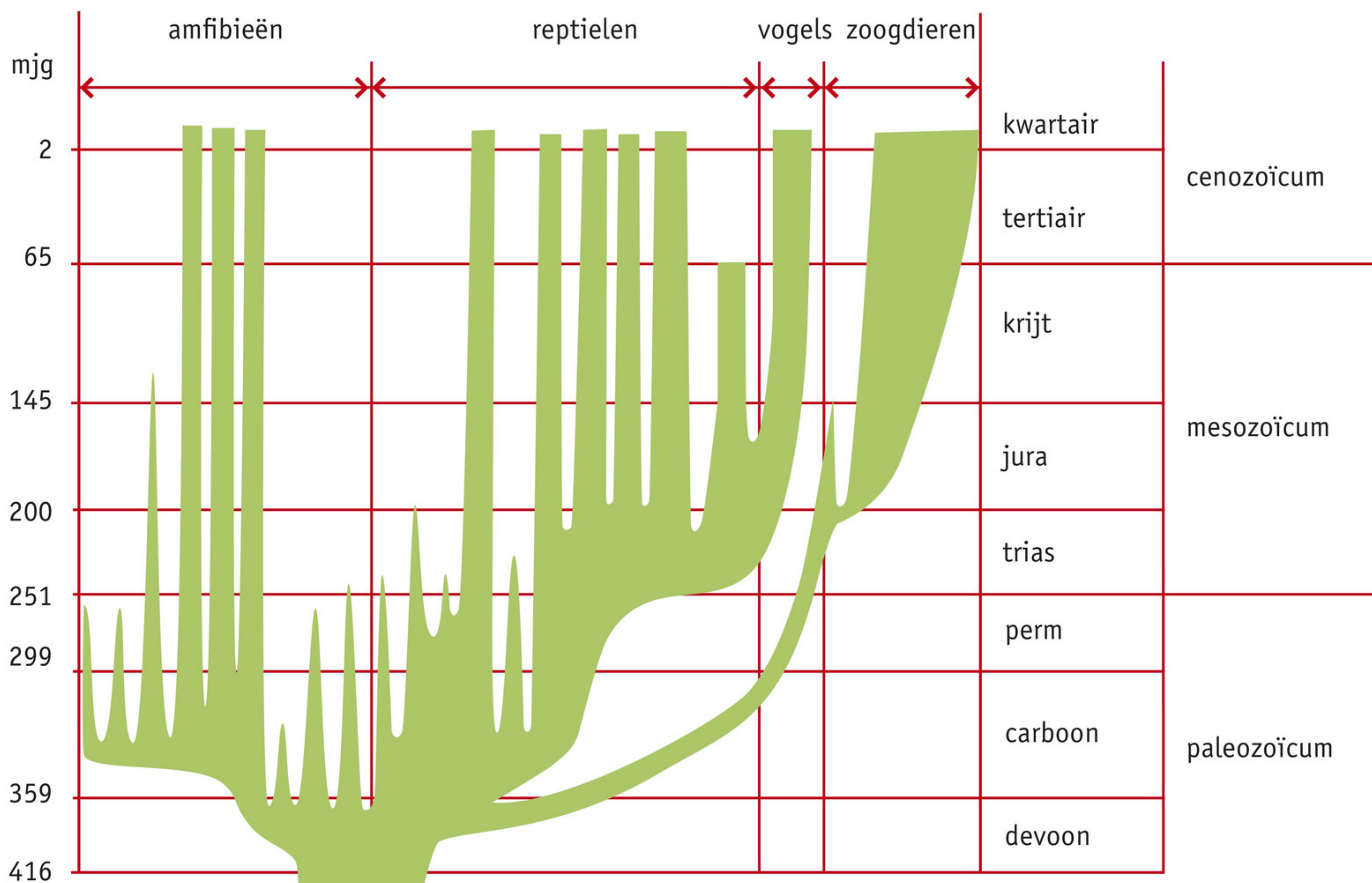


2 de vleugel van een vleermuis



3 de vleugel van een vlieg

▼ Afb. 71 De ontwikkeling van de gewervelde landdieren.



Beantwoord de volgende vragen met behulp van deze afbeelding.

- 1 Hoeveel miljoen jaar duurt het cenozoïcum?
- 2 Uit welke diergroep hebben de vogels zich ontwikkeld?
- 3 Welke groep ontstond het eerst: de vogels of de zoogdieren?
- 4 In welke periode was het grootste aantal soorten amfibieën aanwezig?
- 5 Bij de amfibieën zijn drie banden te zien die doorlopen tot boven in de afbeelding. Deze banden geven drie groepen amfibieën weer. Wat kun je concluderen uit het feit dat deze banden doorlopen tot boven in de afbeelding?
- 6 Van welke groep zijn sinds het ontstaan de meeste soorten blijven voortbestaan: van de amfibieën of van de reptielen?

In afbeelding 72 is de evolutie van verschillende groepen zoogdieren weergegeven.

Beantwoord vraag 7 en 8 met behulp van deze afbeelding.

- 7 In welke periode leefde er een gemeenschappelijke voorouder van alle groepen zoogdieren?
- 8 Met welke diergroep vertonen de gordeldieren de meeste verwantschap: met de buideldieren of met de miereneters?

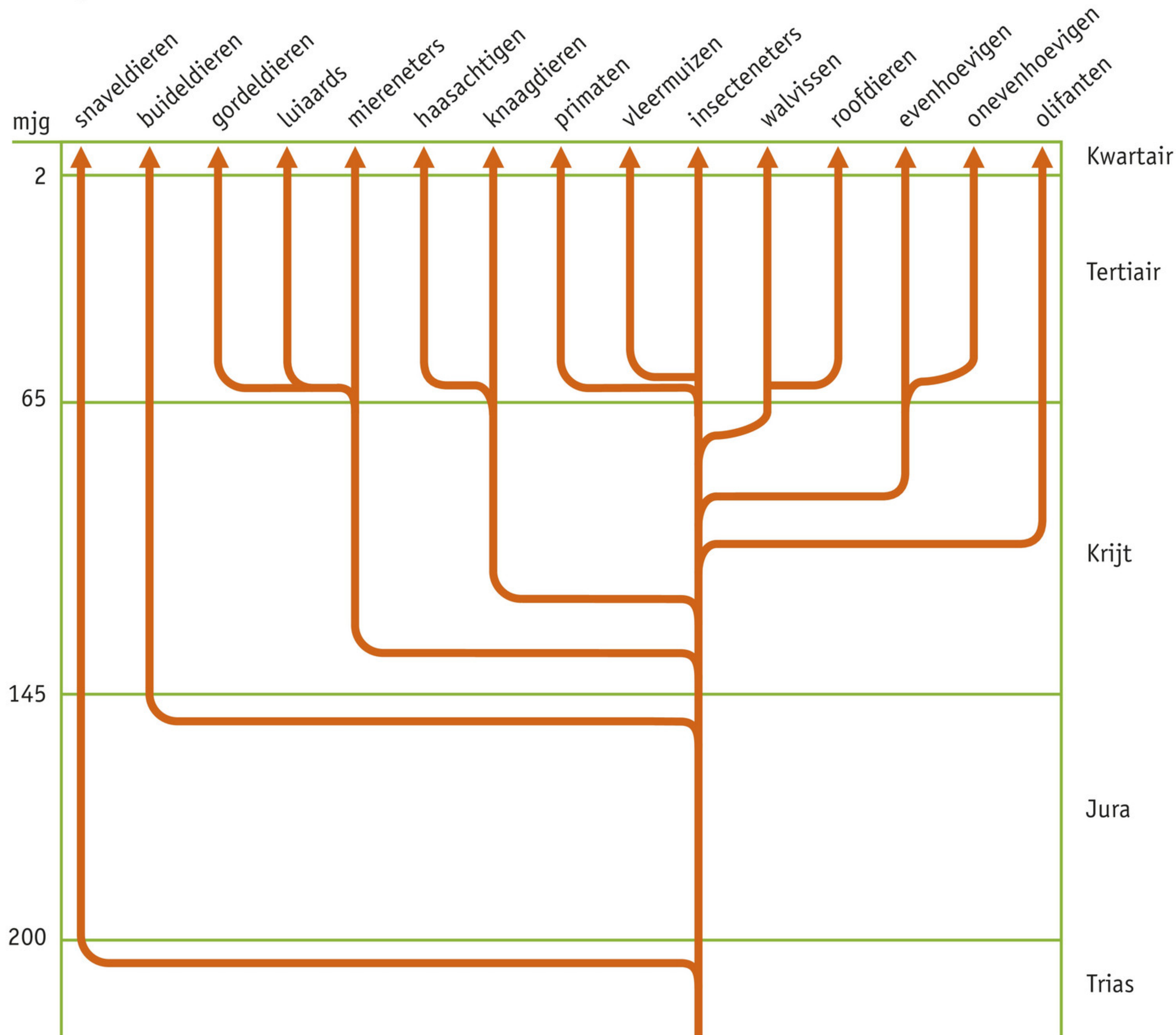
DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Bacteriën zijn te klein om met het blote oog te zien.
- 2 Meercellige schimmels planten zich meestal voort door deling.
- 3 Bacteriecellen hebben geen celkern, maar wel chromosomen.

▼ **Afb. 72** De evolutie van verschillende groepen zoogdieren.



DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Kruis aan of de volgende twee beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Uit afbeelding 73 kun je afleiden dat schimmels nuttig zijn.

▼ **Afb. 73** Beschimmelde vlieg.



- 2 Bij de productie van het antibioticum penicilline worden schimmels gebruikt.

De gegevens uit de context 'Een experiment' (zie afbeelding 74) horen bij vraag 3 tot en met 7. In de context wordt een experiment beschreven.

Beantwoord de volgende vragen.

- 3 Welk cijfer in de afbeelding geeft het petrischaaltje aan dat in de koelkast heeft gestaan tijdens het experiment? Leg je antwoord uit.

Wetenschappers doen veel onderzoek naar de productie van geneesmiddelen met behulp van bacteriën. Hiervoor kweken zij bacteriën op een vergelijkbare manier als in de context beschreven is. Voor de productie van voldoende geneesmiddel moeten er veel bacteriën worden gekweekt.

- 4 Noem twee manieren die de onderzoekers in de proefopzet van afbeelding 74 kunnen veranderen om binnen dezelfde tijd meer bacteriën te kweken.

Naast bacteriën kunnen ook schimmels worden gebruikt voor de productie van geneesmiddelen. Een voorbeeld hiervan is amoxicilline. Dit geneesmiddel doodt bacteriën door de celwanden van bacteriën af te breken. De schimmel zelf wordt niet gedood door de stof amoxicilline.

- 5 Hoe noem je een geneesmiddel zoals amoxicilline?
- 6 Verklaar waardoor de schimmels zelf niet worden gedood door de stof amoxicilline.

- 7 Twee leerlingen doen een uitspraak over het bewaren van brood.

Demi zegt dat je brood moet bewaren in de koelkast, omdat het met behulp van schimmels is gemaakt.

Rachid zegt dat je brood niet in de koelkast hoeft te bewaren, omdat de schimmels waarmee brood wordt gemaakt, gedood zijn tijdens het bakken van het brood.

Naomi zegt dat schadelijke bacteriën eerder zullen voorkomen op rauw vlees, kip en vis.

Welke leerling heeft of welke leerlingen hebben gelijk?

▼ **Afb. 74**

Een experiment

Bij een onderzoek naar de houdbaarheid van voedsel wordt een experiment gedaan met melk. In drie petrischaaltjes wordt een laagje agar gedaan. Agar bevat voedingsstoffen voor bacteriën. Als de omstandigheden gunstig zijn, gaan bacteriën die op zo'n laagje terechtkomen, zich delen. Uit elke bacterie ontstaat dan een groepje bacteriën, een zogenoemde kolonie. Een kolonie is met het blote oog zichtbaar.

Met een wattenstaafje wordt in elk petrischaaltje wat melk uit hetzelfde glas op het agarlaagje gebracht. Eén van de schaaltes wordt in de diepvries geplaatst, één in de koelkast en één in een kast bij kamertemperatuur. Na enkele dagen worden de schaaltes bekeken. Het resultaat is te zien in de afbeelding.



Legenda:

 = bacteriekolonies

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 6

Biologen verdelen het plantenrijk in sporenplanten en zaadplanten. In je werkboek staat een schema met deze groepen van het plantenrijk.

Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom(men).

- 1 Bij welke groep hebben de planten wortels, stengels en bladeren, maar geen bloemen of kegels?
- 2 Tot welke groep behoort stinkende gouwe (zie afbeelding 75)?
- 3 Tot welke groep behoort gaffeltand (zie afbeelding 76)?
- 4 Paardenstaarten maken hun voortplantingscellen in speciale orgaantjes zoals die in afbeelding 77 zijn afgebeeld.
Bij welke groep komen deze planten voor?

▼ Afb. 75 Stinkende gouwe.

▼ Afb. 76 Gaffeltand.



▼ Afb. 77 Paardenstaart.



DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

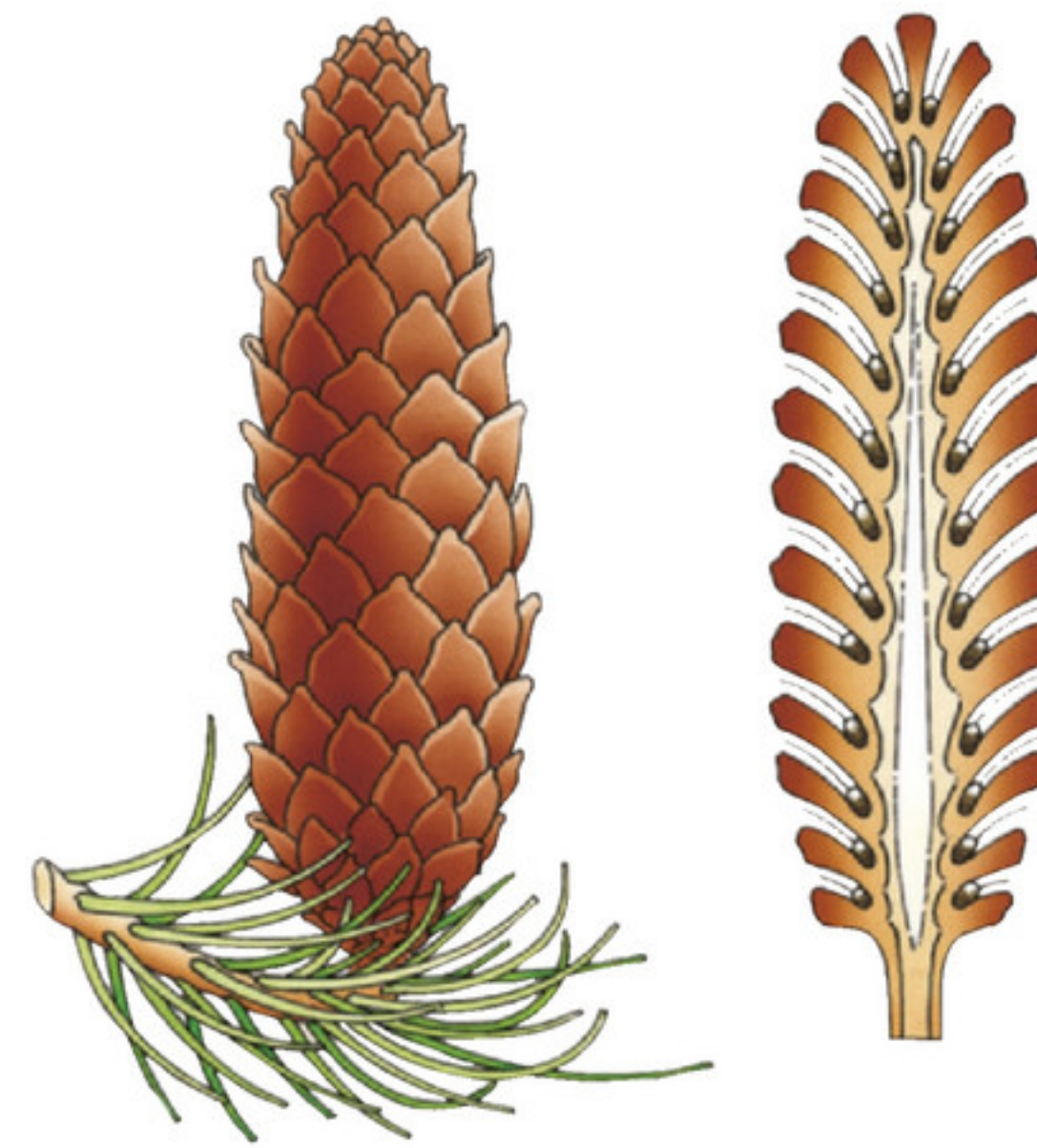
In je werkboek staat een schema met de twee stammen van de zaadplanten.

Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom(men).

- 1 Bij welke klasse van de zaadplanten zitten de zaden in vruchten?
- 2 Bij welke klasse van de zaadplanten komt het plantendeel van afbeelding 78 voor?
- 3 Bij welke klasse van de zaadplanten zijn de bladeren meestal naaldvormig?
- 4 Tot welke klasse van de zaadplanten behoort witte klaver (zie afbeelding 79)?

▼ Afb. 78 Welke klasse?

▼ Afb. 79 Witte klaver.



DOELSTELLING 12

BASISSTOF 7

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 80 zie je vier foto's van dieren. Welke van de afgebeelde dieren zijn veelzijdig symmetrisch?
 - A Alleen de dieren 1 en 2.
 - B Alleen de dieren 1 en 3.
 - C Alleen de dieren 2 en 3.
 - D Alleen de dieren 2 en 4.
 - E Alleen de dieren 3 en 4.

2 Welke van de afgebeelde dieren hebben geen skelet?

- A Alleen de dieren 1 en 3.
- B Alleen de dieren 1 en 4.
- C Alleen de dieren 3 en 4.
- D Alleen de dieren 1, 3 en 4.
- E De dieren 1, 2, 3 en 4.

▼ Afb. 80 Vier dieren.



1 kwal



2 sprinkhaan



3 zeester



4 regenworm

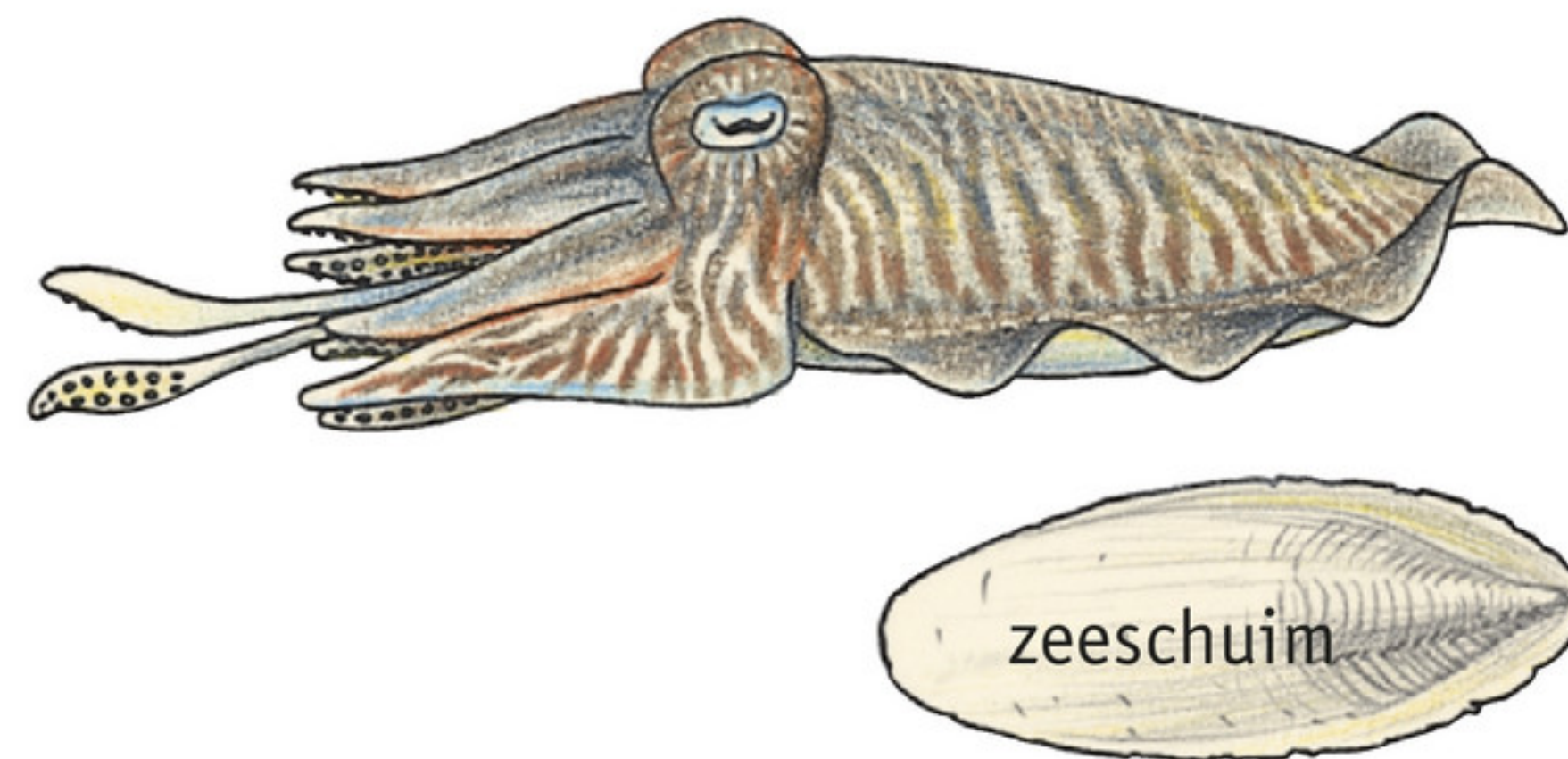
DOELSTELLING 13

BASISSTOF 7

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 81 zie je een zeekat. Restanten van dode, vergane zeekatten kun je als 'zeeschuim' aantreffen op het strand. Een zeekat behoort tot de weekdieren.
Op grond van welke kenmerken behoort een zeekat tot de weekdieren?
 - A Het dier heeft een inwendige schelp als skelet en het lichaam bestaat uit segmenten.
 - B Het lichaam van het dier bestaat uit segmenten en de huid is bedekt met stekels of knobbels.
 - C De huid is bedekt met stekels of knobbels en het dier is tweezijdig symmetrisch.
 - D Het dier is tweezijdig symmetrisch en heeft een inwendige schelp als skelet.
- 2 Afbeelding 82 is een foto van een kameleon. Tot welke stam van het dierenrijk behoort de kameleon?
 - A Tot de geleedpotigen.
 - B Tot de gewervelden.
 - C Tot de weekdieren.

▼ Afb. 81 Zeekat.



▼ Afb. 82 Kameleon.



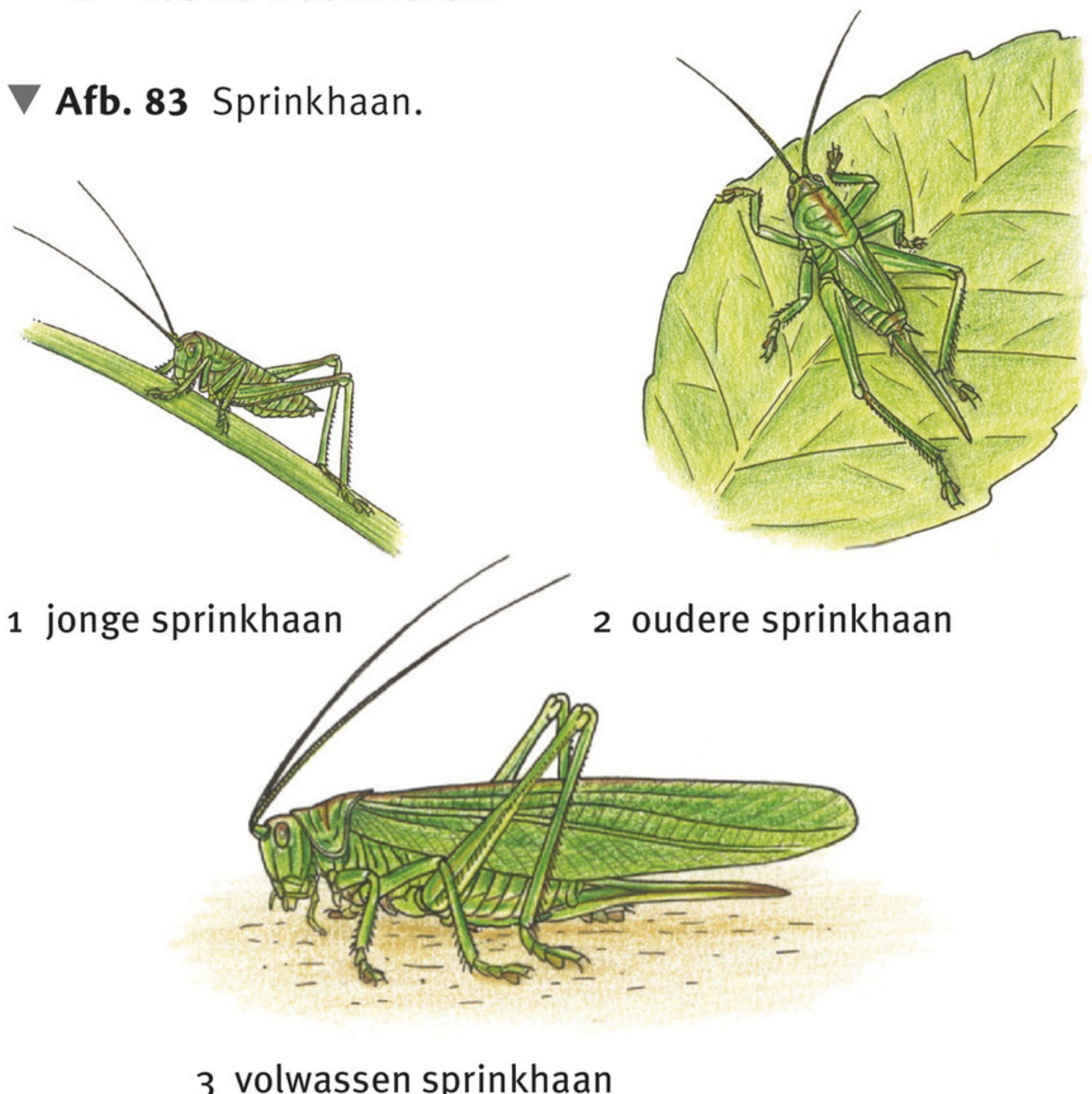
DOELSTELLING 14

BASISSTOF 7

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Een sprinkhaan vervelt tijdens de groei een aantal keer (zie afbeelding 83). Tijdens de vervelling groeit een sprinkhaan in korte tijd snel.
Tot welke stam van het dierenrijk behoren sprinkhanen?
 - A Tot de geleedpotigen.
 - B Tot de gewervelden.
 - C Tot de holtedieren.
 - D Tot de weekdieren.

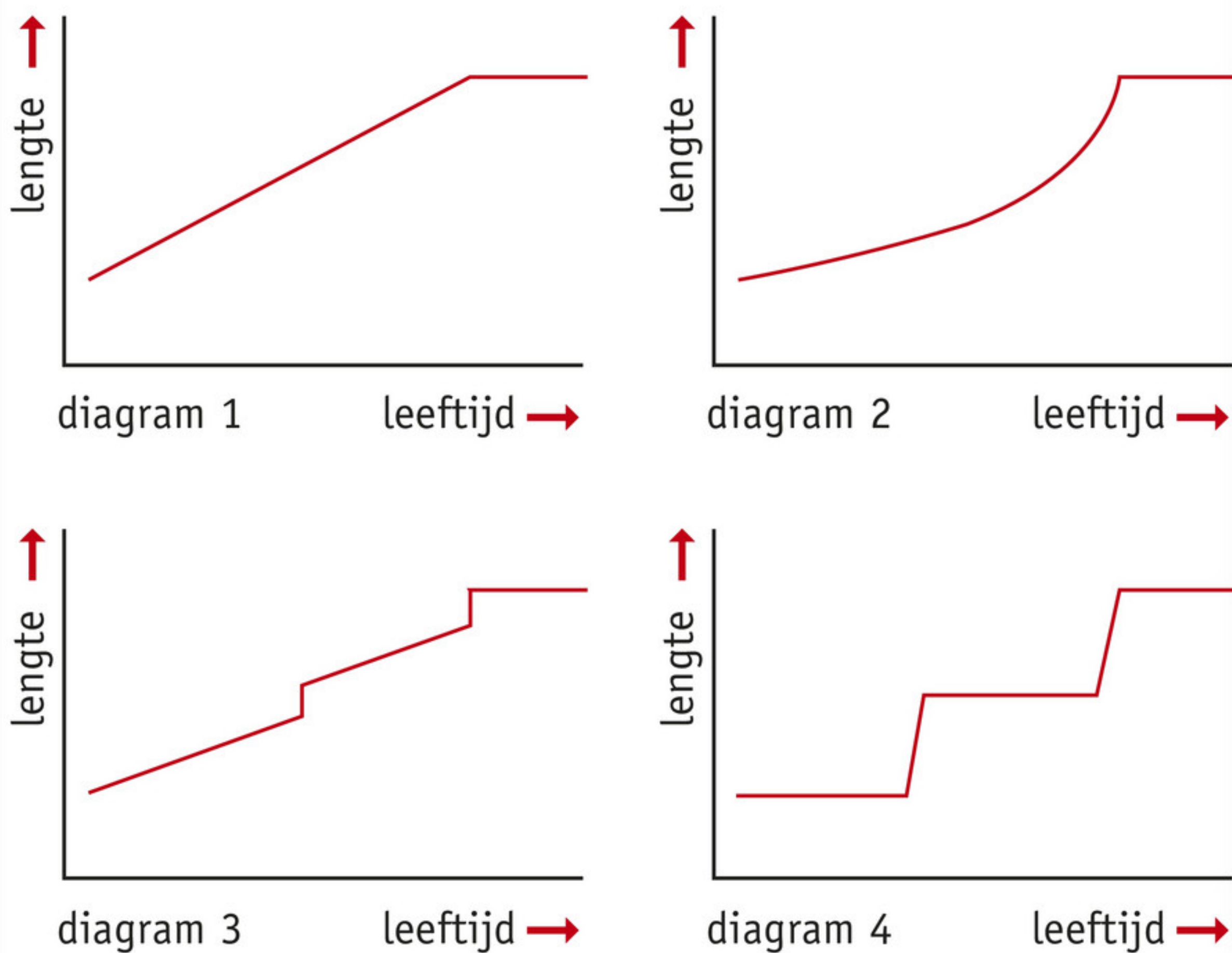
▼ Afb. 83 Sprinkhaan.



2 In welk van de diagrammen in afbeelding 84 is op een juiste manier de groei van een sprinkhaan schematisch weergegeven?

- A In diagram 1.
- B In diagram 2.
- C In diagram 3.
- D In diagram 4.

▼ **Afb. 84** Groei van een sprinkhaan.



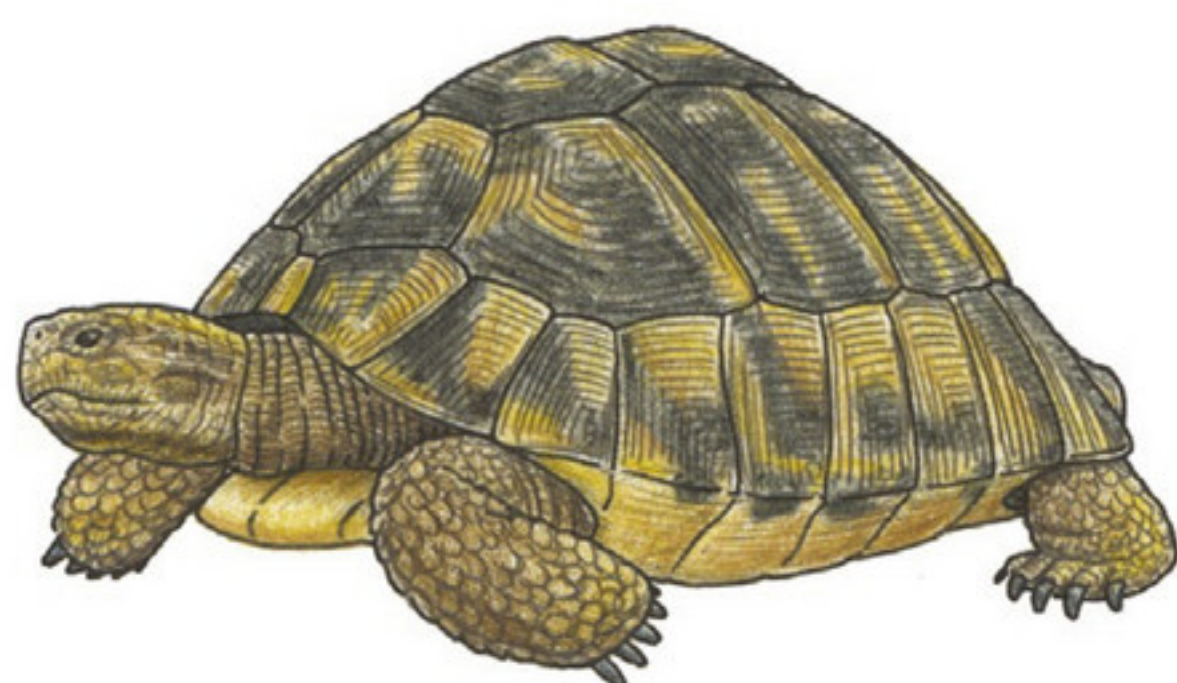
DOELSTELLING 15

BASISSTOF 7

Beantwoord de volgende vragen.

1 In afbeelding 85 zijn drie soorten gewervelden getekend.
Bij welke van deze soorten legt het vrouwtje eieren om zich voort te planten?

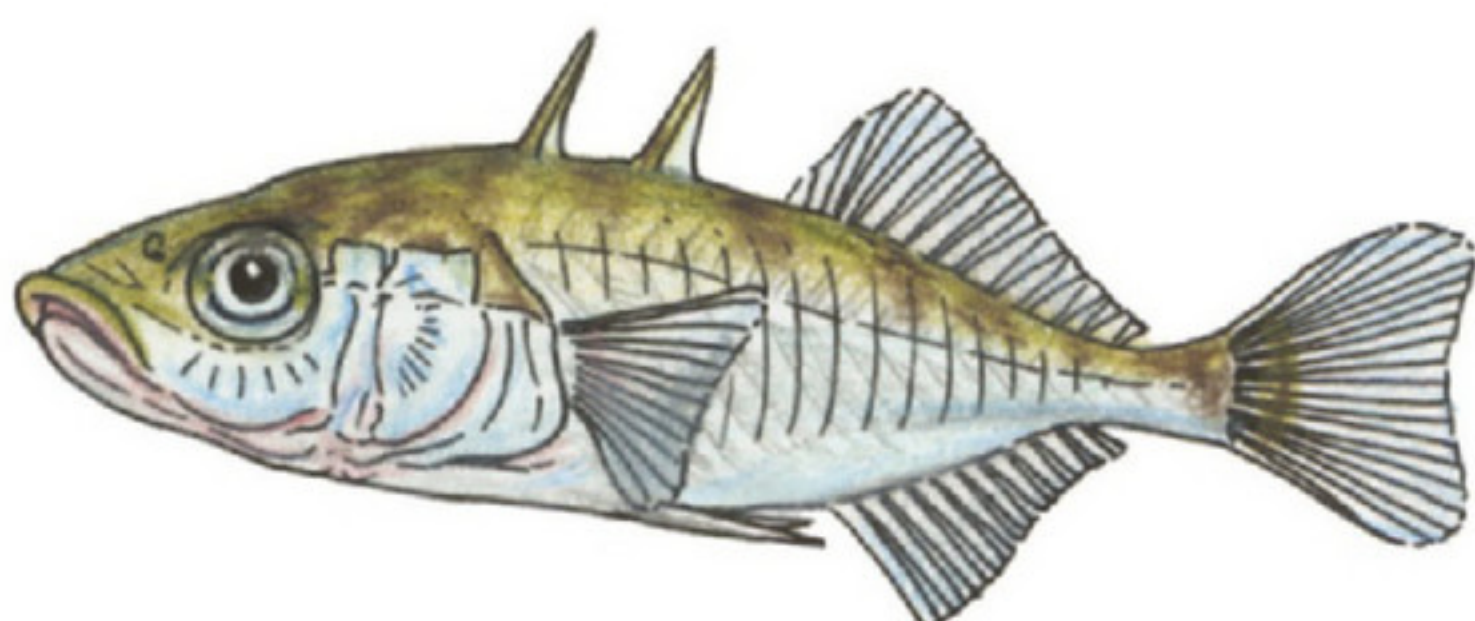
▼ **Afb. 85** Gewervelden.



1 schildpad



2 koolmees



3 stekelbaars

- 2 De lichaamstemperatuur van vissen wordt vergeleken met de temperatuur van het slootwater waarin zij leven in de winter. De temperatuur van het slootwater is ongeveer 4 °C.
Zal de lichaamstemperatuur van de vissen veel hoger zijn dan die van het slootwater, veel lager of zal er niet zoveel verschil zijn? Leg je antwoord uit.
- 3 Een vleermuis haalt adem met longen (zie afbeelding 86). De huid van een vleermuis is bedekt met haren.
Plant een vleermuis zich levendbarend voort of door middel van eieren? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 86** Vleermuis.



4 Een ringslang (zie afbeelding 87) is de meest voorkomende slangensoort in Nederland.
Tot welke klasse van de gewervelden behoort een ringslang?

▼ **Afb. 87** Ringslang.



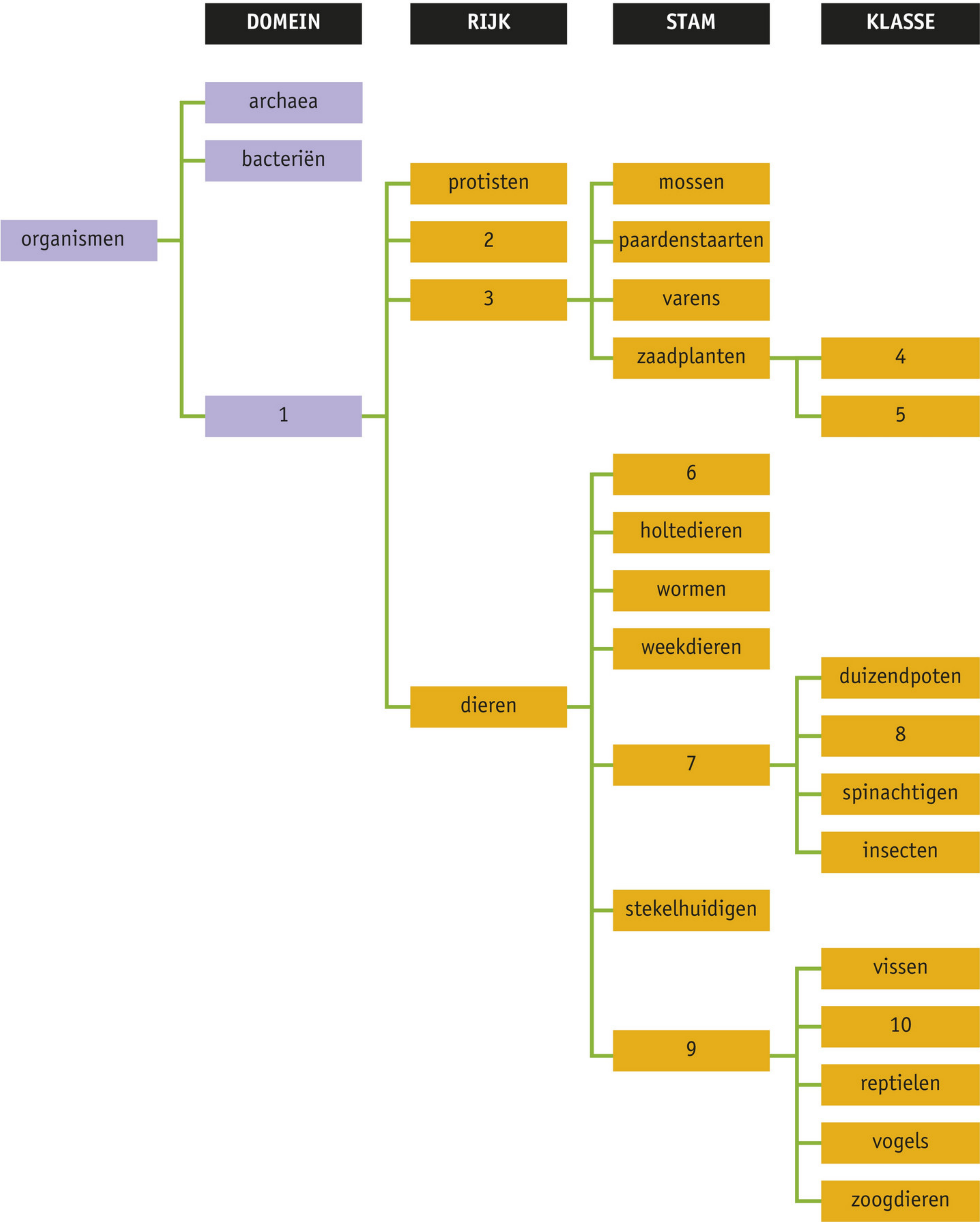
DOELSTELLING 16

BASISSTOF 8

Maak de volgende opdrachten.

- 1 In afbeelding 88 is een vertakkingsschema van de organismen weergegeven. Enkele domeinen, rijken, stammen en klassen zijn vervangen door nummers. Noteer de namen van deze domeinen, rijken, stammen en klassen.

▼ Afb. 88 Vertakkingsschema van organismen.

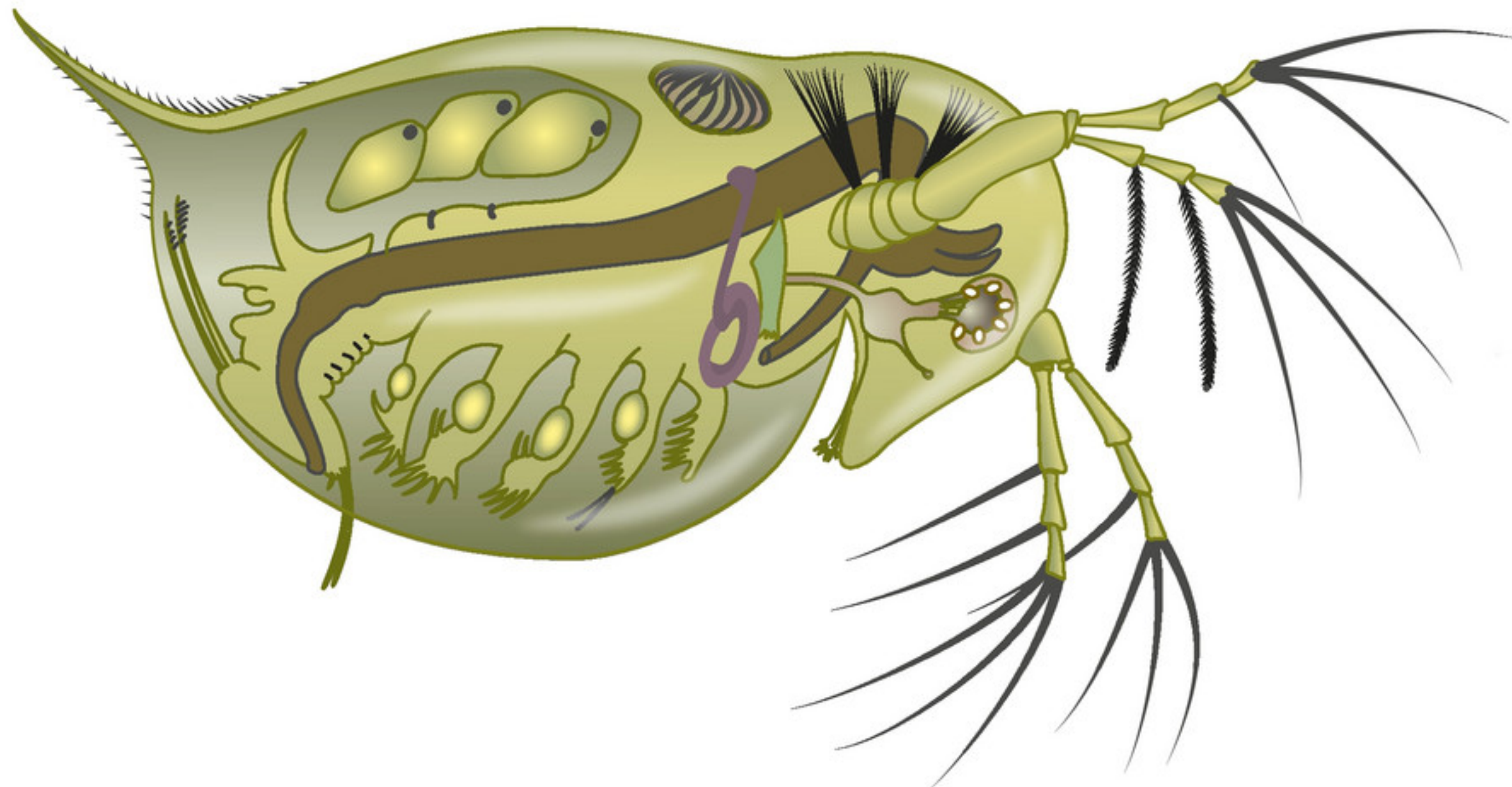


- 2 In afbeelding 90 zijn twee kleine waterdieren getekend.
 Determineer deze dieren met behulp van de determineertabel van afbeelding 89.
 Noteer de namen van de diersoorten en noteer de stappen die je in de determineertabel maakt.

▼ Afb. 89

DETERMINEERTABEL VOOR ENKELE KLEINE WATERDIEREN		
1 a	Het dier is een paar mm groot	2
b	Het dier is groter dan een paar mm	3
2 a	Het dier heeft een staartje	watervlo
b	Het dier heeft twee staartjes.....	een oogkreeftje
3 a	Het dier lijkt op een klein bolletje.....	watermijt
b	Het dier lijkt niet op een klein bolletje	4
4 a	Het dier heeft echte poten van meer dan 5 mm lang.....	5
b	Het dier heeft geen echte poten	8
5 a	Het dier heeft een huisje van takjes, blaadjes of zandkorreltjes	kokerjuffer
b	Het dier heeft geen huisje van takjes, blaadjes of zandkorreltjes	6
6 a	Het dier heeft vier poten	salamander
b	Het dier heeft meer dan vier poten	7
7 a	Het dier heeft zes poten.....	libellenlarve
b	Het dier heeft acht poten	waterspin
8 a	Het dier heeft een staart langer dan het lichaam zelf.....	rattenstaartlarve
b	Het dier heeft een kortere staart dan het lichaam zelf of het heeft geen staart.....	9
9 a	Het dier heeft een geschubde huid en vinnen	grondel
b	Het dier heeft geen geschubde huid en vinnen	10
10 a	Het dier heeft een schelp	11
b	Het dier heeft geen schelp	13
11 a	De schelp is gedraaid	12
b	De schelp is niet gedraaid.....	zoetwatermossel
12 a	De schelp is plat.....	posthoornslak
b	De schelp is niet plat	poelslak
13 a	Het dier heeft een dik rond lichaam	kikkervisje
b	Het dier heeft een langwerpig lichaam	14
14 a	Het dier is glad.....	bloedzuiger
b	Het dier heeft haren op het lichaam.....	muggenlarve

▼ Afb. 90 Waterdieren.



1 Dit dier is ongeveer 35× vergroot.



2 Dit dier is ongeveer 3× vergroot.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

PLUSSTOF

1 Het vogelbekdier

▼ **Afb. 91** Vogelbekdier (*Ornithorhynchus anatinus*).



Sommige dieren zijn moeilijk te determineren, omdat ze onverwachte kenmerken hebben. Een voorbeeld hiervan is een dier met de snavel van een eend, het lijf van een (grote) mol en de staart van een bever. Dit is het vogelbekdier (zie afbeelding 91). Vogelbekdieren leven in rivieren in Australië en Tasmanië.

Een vogelbekdier is warmbloedig en heeft haren. Hij leeft op het land en in het water. Zijn vacht is waterafstotend. Met zijn snavel wroet hij door de modder op zoek naar bijvoorbeeld vis en wormen. Hij kan goed zwemmen door de zwemvliezen tussen zijn tenen. Jonge vogelbekdieren komen uit eieren met een leerachtige schaal. De eitjes zijn heel klein en blauw, geel of wit van kleur. De jongen worden door de moeder gezoogd met melk.

In *Biologie voor jou* gebruiken we voor planten en dieren de Nederlandse naam. In naslagwerken en internetbronnen wordt vaak de **wetenschappelijke naam** gebruikt. De wetenschappelijke naam van het vogelbekdier is *Ornithorhynchus anatinus* (zie afbeelding 91).

Wetenschappelijke namen komen meestal uit het Latijn. Wanneer je de woorden vertaalt, hebben ze vaak een logische betekenis (bijvoorbeeld: *Ornitho-* ≈ vogel, *rhynchus* ≈ bek, *anatinus* ≈ eend).

De Zweedse bioloog Carolus Linnaeus heeft de wetenschappelijke naamgeving opgezet. Hij voerde de **dubbele naamgeving** in. Elke soort kreeg een **geslachtsnaam** en een **soortaanduiding**.

De geslachtsnaam wordt voorop gezet en geschreven met een hoofdletter. De soortaanduiding komt daarachter. De jaguar uit afbeelding 92 heeft als wetenschappelijke naam *Panthera onca*. De panter heeft als wetenschappelijke naam *Panthera pardus*. De geslachtsnaam van beide soorten is *Panthera*. Jaguars en panter behoren dus tot hetzelfde geslacht, maar zijn aparte soorten.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 206

► **Afb. 92** Nederlandse naam en wetenschappelijke naam.



1 jaguar (*Panthera onca*)



2 panter (*Panthera pardus*)

2 Werken met contexten

Tijdens het examen biologie krijg je soms een serie vragen die je met behulp van **contexten** of een aantal korte artikelen (**informatiebronnen**) moet beantwoorden. In deze verrijkingstof ga je oefenen in het werken met informatiebronnen.

In opdracht 1 van verrijkingstof 2 staan vijf informatiebronnen. Op het eerste gezicht bevatten deze heel veel informatie. Het zou veel tijd kosten als je bij elke vraag alle artikelen moest doorlezen om de informatie te vinden die je nodig hebt om de vraag te kunnen beantwoorden. Op het examen kun je dan in tijdnood komen. Je kunt op een snellere manier te werk gaan. Dat doe je als volgt:

- Bekijk eerst elk artikel vluchtig. Je hoeft niet precies op te nemen wat er allemaal in het artikel staat, maar je moet ongeveer een idee hebben waar het artikel over gaat.
- Geef in elk artikel één of twee kernwoorden aan. Dat zijn de belangrijkste woorden waar het artikel over gaat. Bij het artikel van afbeelding 93 bijvoorbeeld is het kernwoord: *Neanderthalers*. Op het examen kun je de kernwoorden onderstrepen.
- Lees daarna de eerste vraag. Zoek uit welk kernwoord bij de vraag past. Waarschijnlijk bevat dan het bijbehorende artikel de informatie die je nodig hebt om de vraag te kunnen beantwoorden. Gaat de vraag bijvoorbeeld over Neanderthalers, dan zie je aan de kernwoorden meteen dat je bij afbeelding 93 moet zijn.
- Kun je geen kernwoord vinden dat bij de vraag past? Ga dan naar de volgende vraag. De overgeslagen vragen kun je op het laatst doen.
- Heb je een kernwoord gevonden dat bij de vraag past? Lees dan het artikel nauwkeurig door en beantwoord de vraag.
- Herhaal deze werkwijze met de tweede en overige vragen.
- Heb je de laatste vraag gehad? Kijk dan of je vragen hebt overgeslagen. Probeer ook deze vragen te beantwoorden.

▼ Afb. 93

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 208

Neanderthalers

Neanderthalers (*Homo neanderthalensis*) zijn genoemd naar een dal bij Düsseldorf in Duitsland, waar fossielen werden gevonden van deze primitieve mensen.

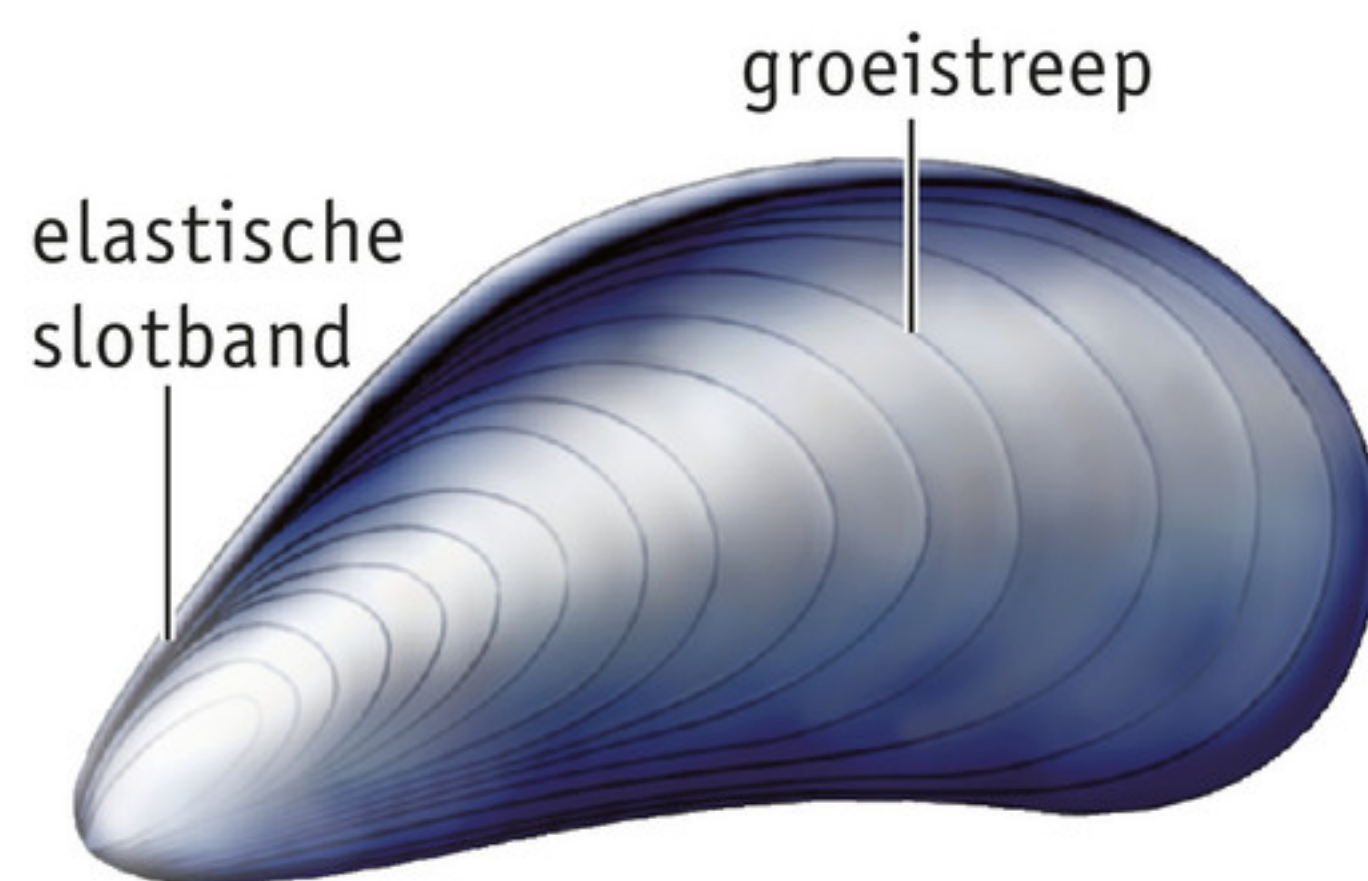
Neanderthalers leefden tussen de 200 000 en 30 000 jaar geleden in Europa en Azië. Ze waren ongeveer even groot als de huidige mensen, maar hadden een veel gespierder lichaamsbouw. Ze maakten verschillende gereedschappen, zoals speren en vuistbijlen. Ze leefden in hutten of grotten. Ze verzorgden zieken en gewonden, en begroeven hun doden. Vaak gaven ze de doden voedsel, wapens of bloemen mee in hun graf. Ongeveer



40 000 jaar geleden verspreidde de mens (*Homo sapiens*) zich over Europa. De Neanderthaler werd waarschijnlijk verdrongen door de mens en stierf ongeveer 45 000 tot 30 000 jaar geleden uit.

3 Practicum: De mossel

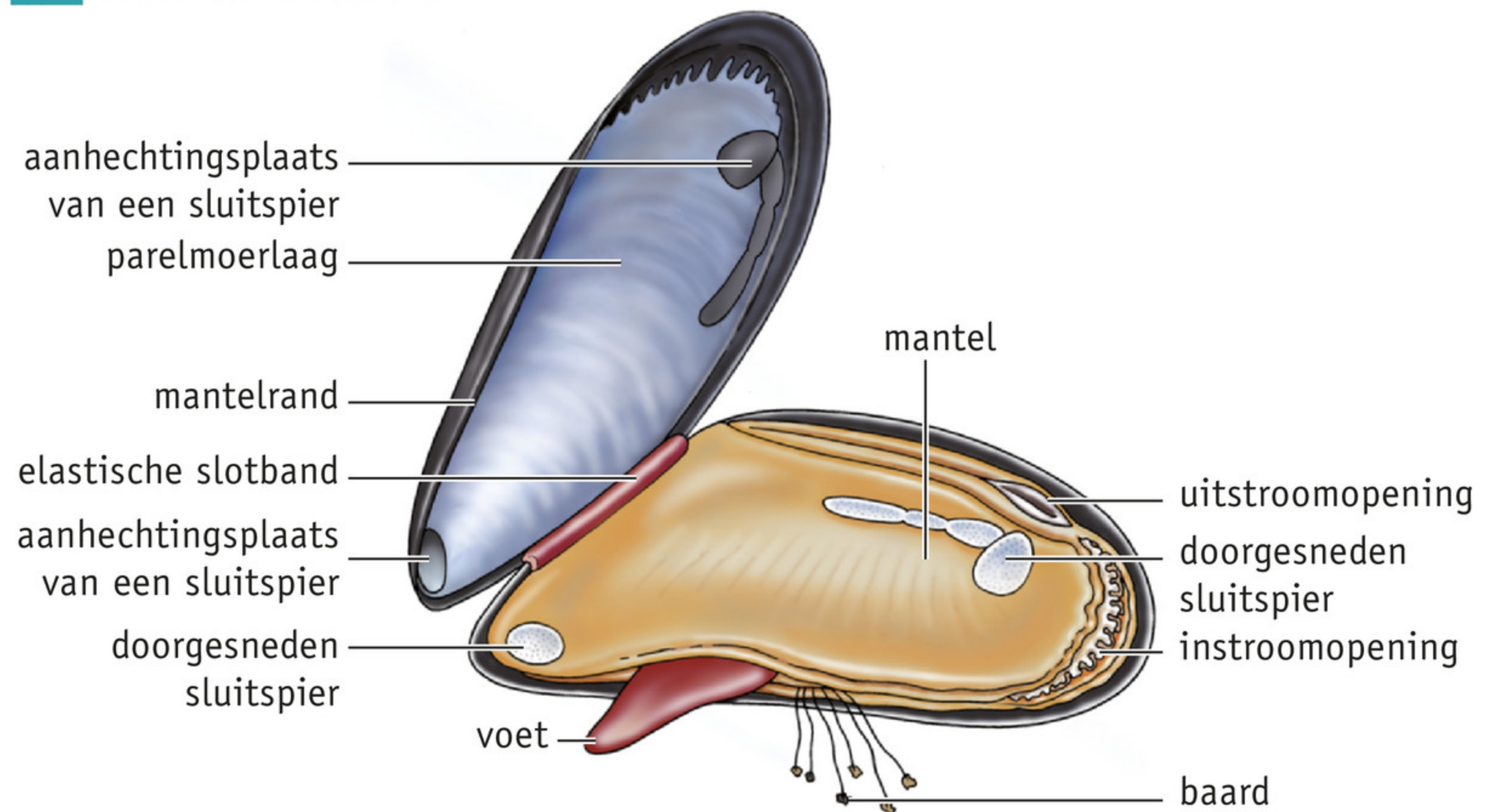
▼ **Afb. 94** Zeemossel (buitenaanzicht).



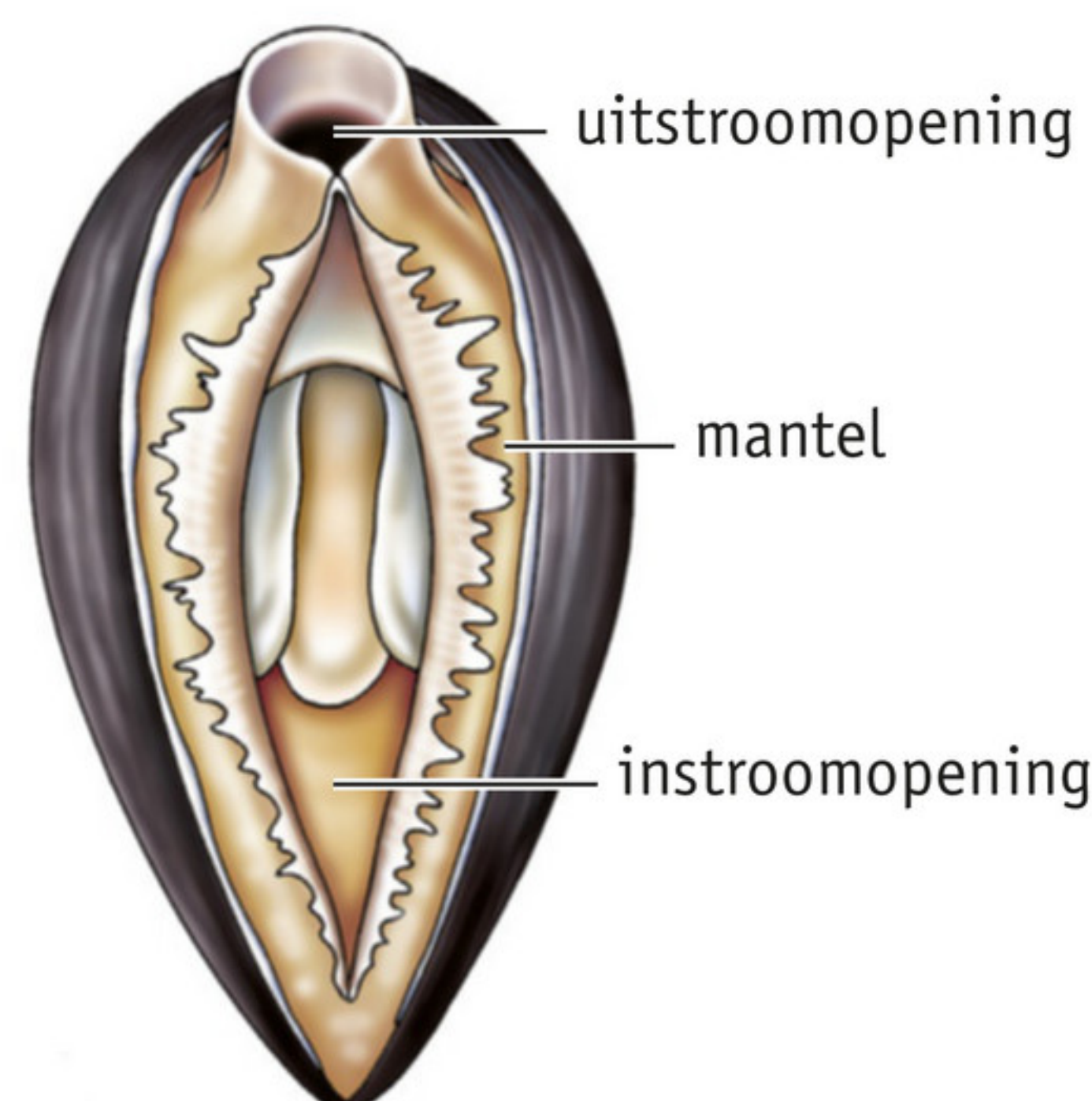
► **Afb. 95** Inwendige bouw van de zeemossel.

In deze verrijkingstof ga je de bouw van een mossel bestuderen. Een mossel behoort tot de weekdieren. Een kenmerk van weekdieren is dat ze een schelp of huisje als skelet hebben. Een mossel heeft twee schelpen die precies op elkaar passen (zie afbeelding 94 en 95). Net als alle andere weekdieren zijn mossels tweezijdig symmetrisch. Dit kun je zien in afbeelding 96 en 97. Tussen de schelpen liggen alle zachte delen van het dier, zoals de mantel, de kieuwen en de mond (zie afbeelding 98 en 99). Aan het einde van dit practicum kun je alle onderdelen van de mossel en hun functie benoemen.

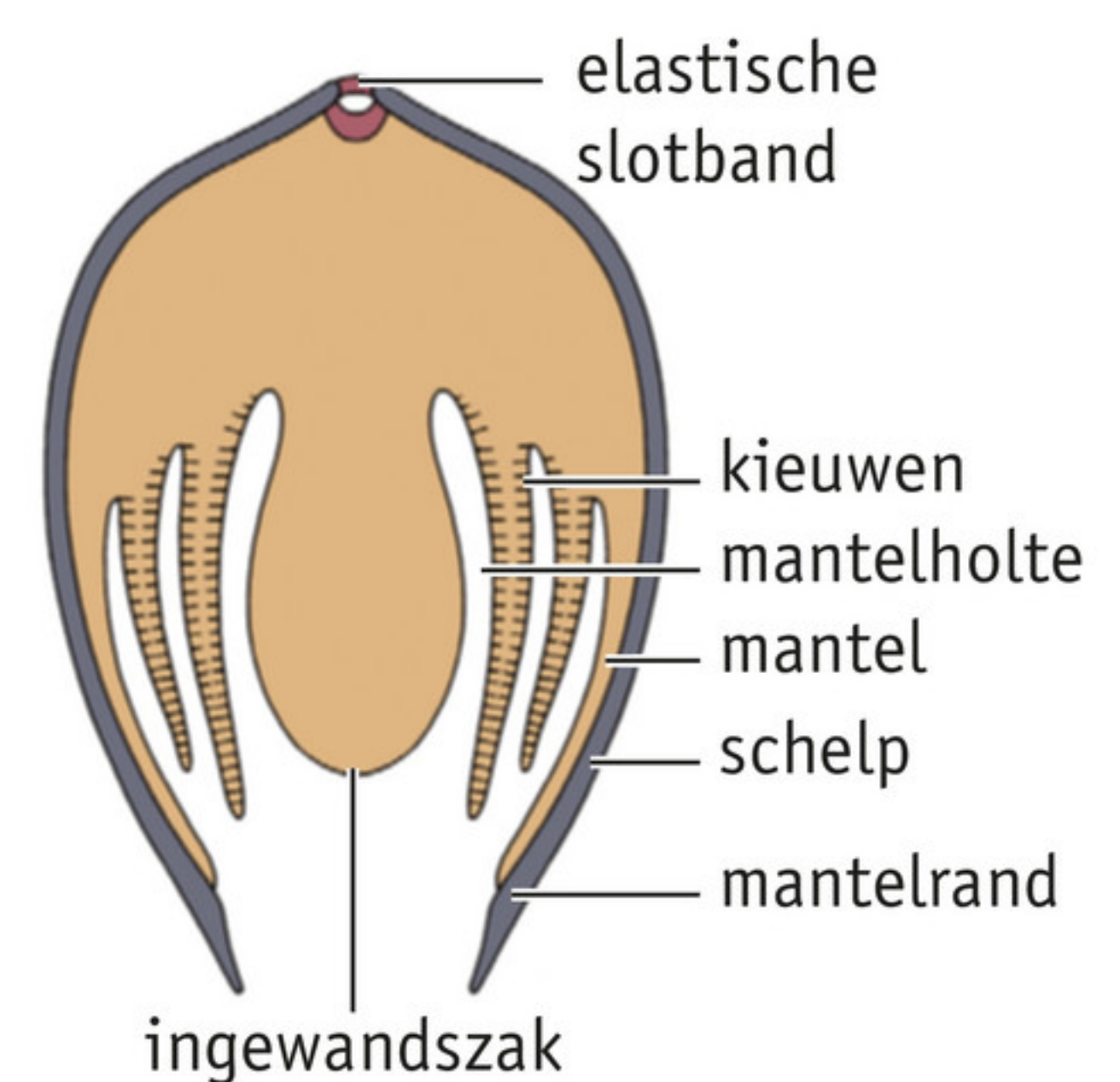
WB OPDRACHT 1 BLZ. 212



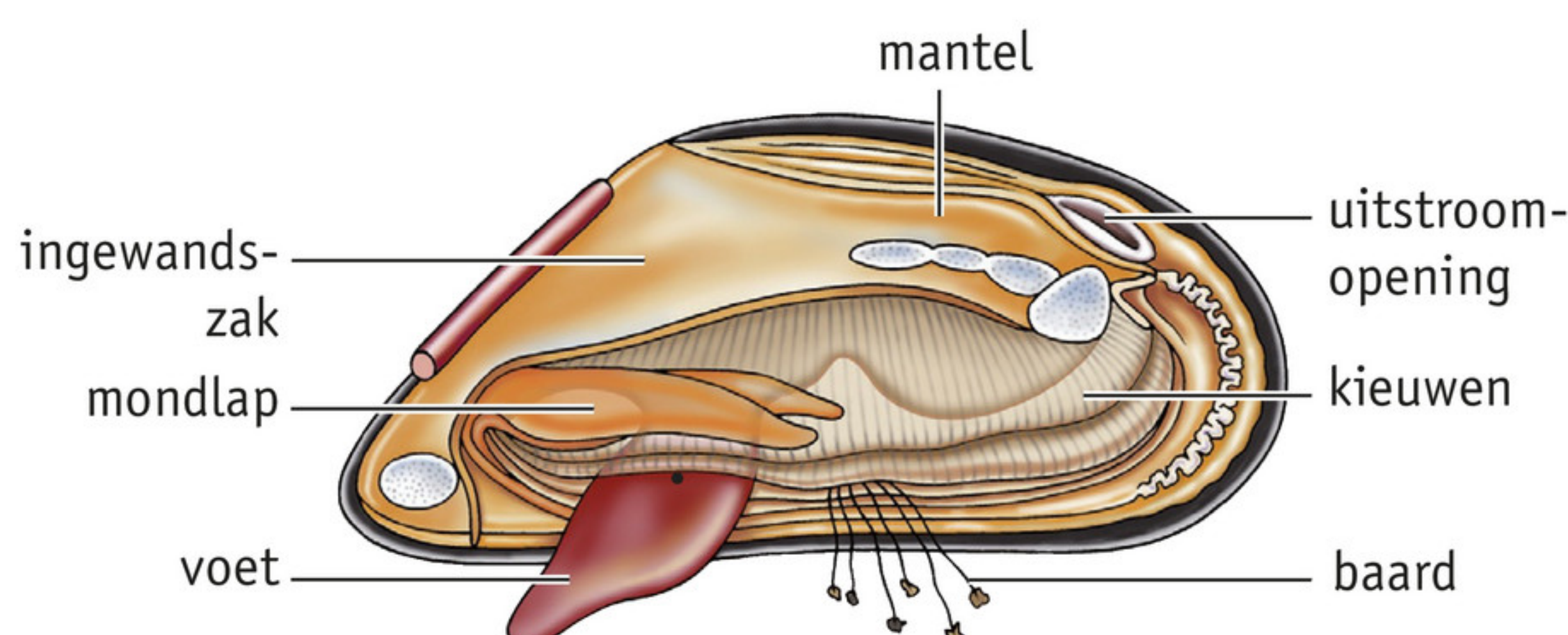
▼ **Afb. 96** Zeemossel in vooraanzicht.



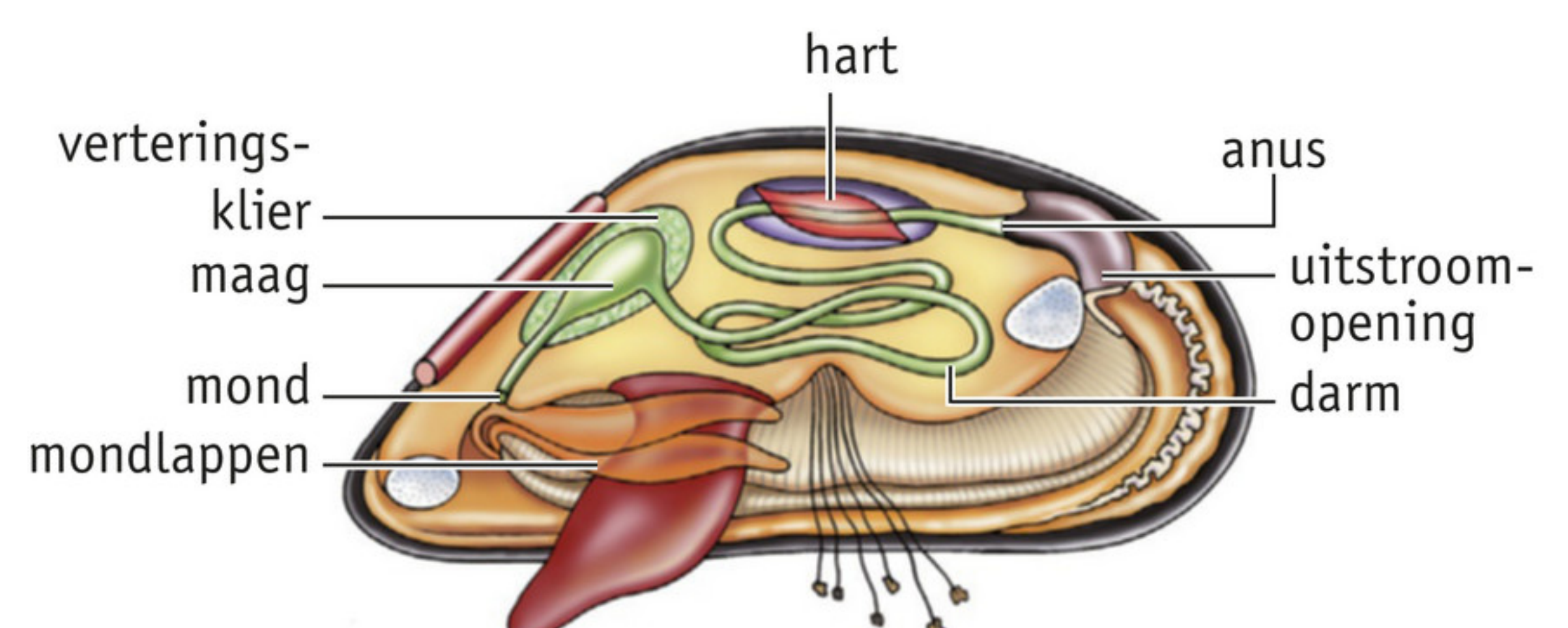
▼ **Afb. 97** Zeemossel met weggeknijpte mantel.



▼ **Afb. 98** Dwarsdoorsnede van een zeemossel (schematisch).



▼ **Afb. 99** Zeemossel met opengeklapte schelp.



Examentrainer

WORTELKNOLLETJES

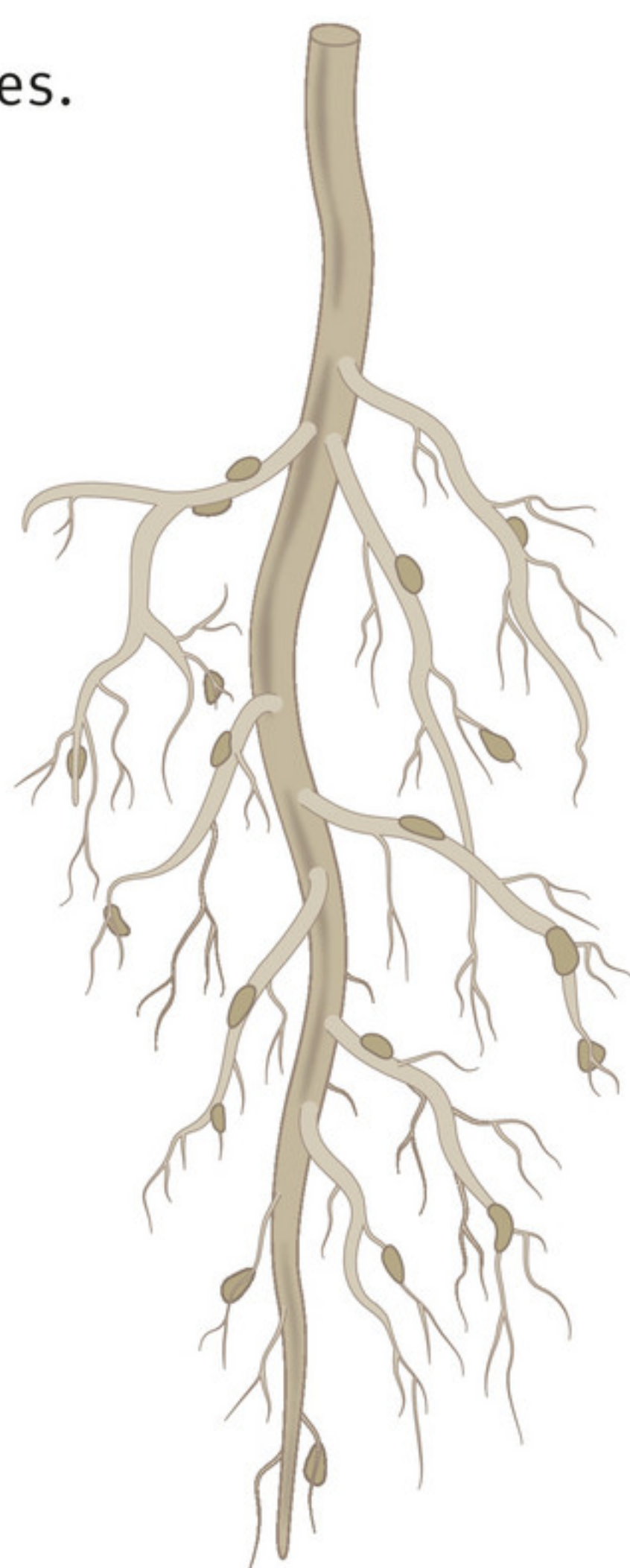
Bron: examen vmbo-gt 2013-1, vraag 18.

Aan wortels van klaverplanten zitten kleine knolletjes (zie afbeelding 100). In zulke knolletjes leven bacteriën die zich voeden met glucose uit de wortelcellen.

Hannah bekijkt een stukje van een wortelknolletje van een klaverplant met een microscoop. Ze ziet cellen met een kern.

- 1p 1 Kunnen dit bacteriën zijn? En kunnen dit wortelcellen zijn?
- A Geen van beide.
 - B Alleen bacteriën.
 - C Alleen wortelcellen.
 - D Zowel bacteriën als wortelcellen.

► Afb. 100 Wortelknolletjes.



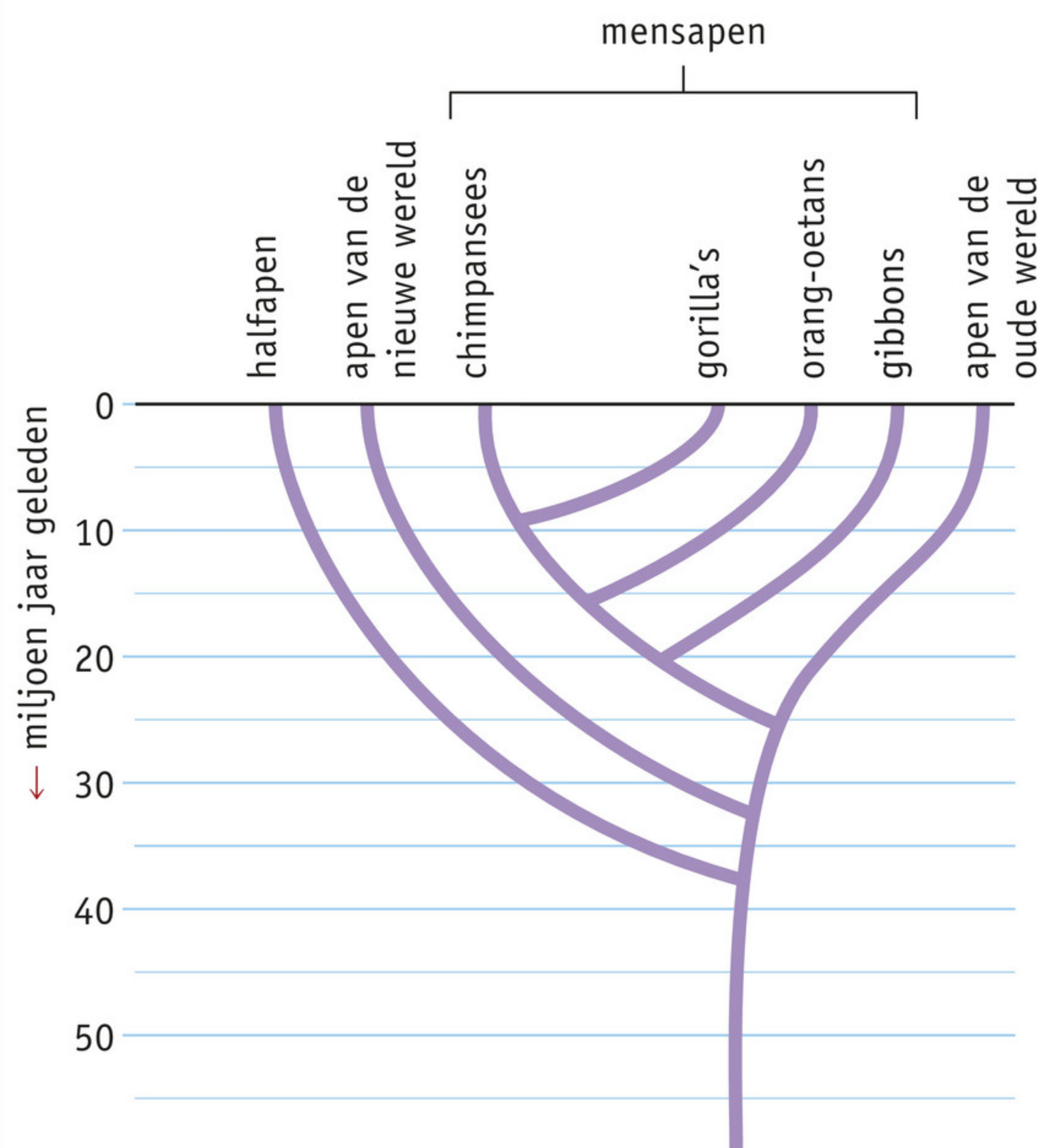
EEN STAMBOOM

Bron: examen vmbo-gt 2014-2, vraag 26 en 27.

Bart vindt op internet een stamboom die de afstamming weergeeft van apen en halfapen volgens de evolutietheorie (zie afbeelding 101).

- 1p 2 Hoeveel miljoen jaar geleden begon de ontwikkeling van de apen van de oude wereld als aparte groep volgens de gegevens in de stamboom?
- A Ongeveer 25 miljoen jaar geleden.
 - B Ongeveer 35 miljoen jaar geleden.
 - C Ongeveer 37 miljoen jaar geleden.
 - D Ongeveer 43 miljoen jaar geleden.
 - E Meer dan 55 miljoen jaar geleden.

▼ Afb. 101 Stamboom van de apen en halfapen.



- 1p 3 Aan welke groep zijn de gorilla's het meest verwant volgens de stamboom?

TROPISCHE REGENWOUDEN

Naar: examen vmbo-gt 2013-2, vraag 41.

Lees informatie 1 in afbeelding 102.

Volgens informatie 1 zijn organismen in een tropisch regenwoud in de loop van de tijd aangepast geraakt aan het milieu van het regenwoud.

- 1p 4 Hebben mutaties daarbij een rol gespeeld? En heeft natuurlijke selectie daarbij een rol gespeeld?
- A Alleen mutaties.
 - B Alleen natuurlijke selectie.
 - C Zowel mutaties als natuurlijke selectie.

In afbeelding 102 worden verschillende soorten organismen genoemd die in het tropisch regenwoud leven.

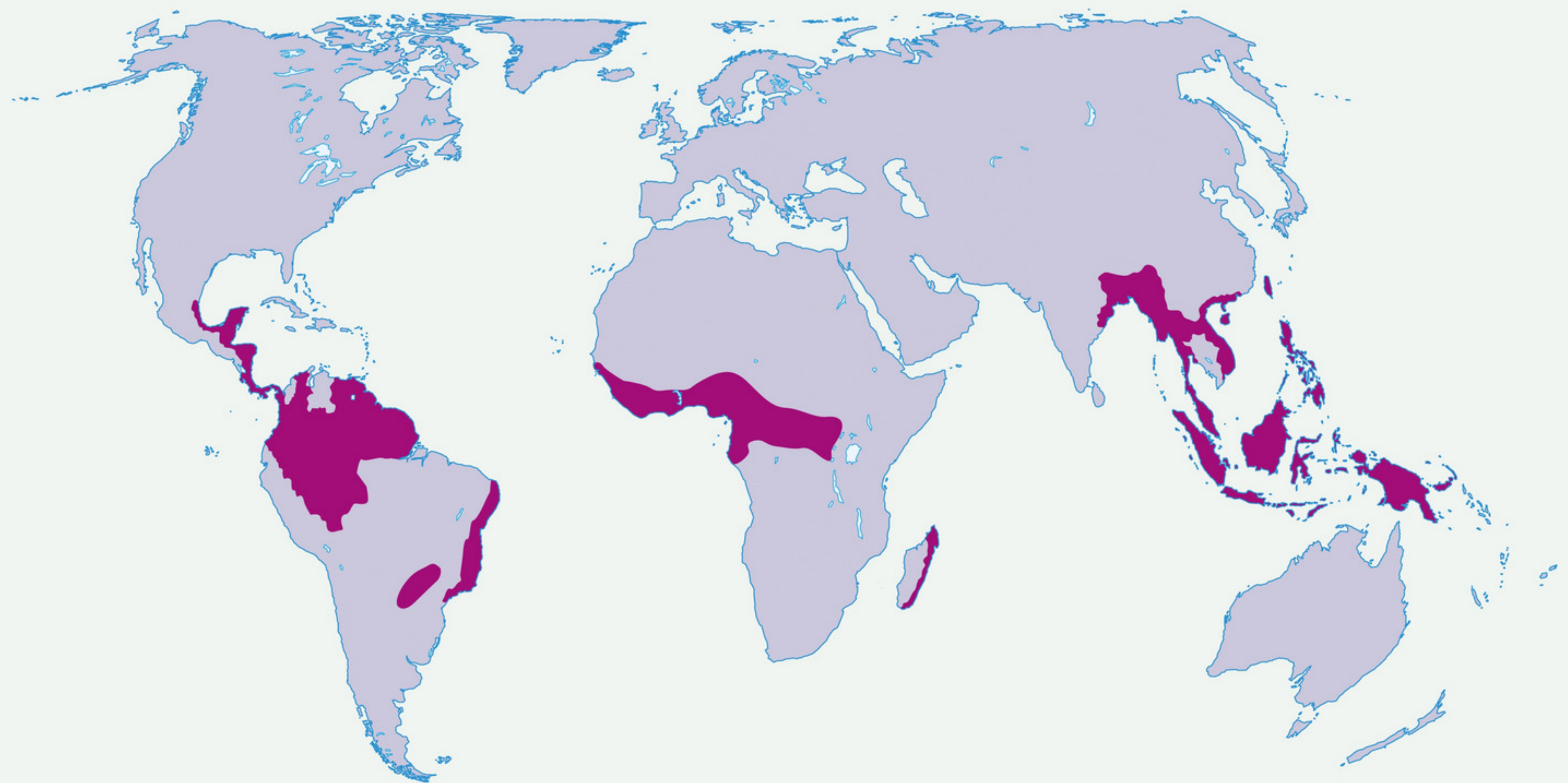
- 2p 5 Noteer onder elkaar de namen van de soorten. Zet daarachter tot welke stam van het dieren- of plantenrijk de genoemde soorten behoren.

▼ Afb. 102

Informatie 1: Soortenrijkdom

Men schat dat er meer dan tien miljoen soorten planten en dieren in tropische regenwouden leven. Dat is meer dan de helft van het totale aantal soorten op aarde. Deze organismen hebben zich volgens de evolutietheorie in de loop van de tijd zó ontwikkeld dat ze goed zijn aangepast aan het milieu van het regenwoud. Veel soorten in een

regenwoud hebben bijzondere eigenschappen. Zo zijn er hagedissen die over water lopen, zwevende slangen en vogeletende spinnen. Ook de plant met de grootste bloem ter wereld, de *Rafflesia arnoldii*, leeft in een regenwoud.



Legenda:
 tropisch regenwoud

Plusvraag

HARIGE FOSSIELEN

Naar: examen havo 2000-1, vraag 34 en 36.

Onderzoekers hebben in Binnen-Mongolië (China) fossiele uitwerpselen van 60 miljoen jaar oud ontdekt. Ze bestaan uit honderden stukjes dierenmest en braakballen. De onderzoekers troffen in de haarballen haren en resten aan van vier verschillende soorten zoogdieren, waaronder knaagdieren. Volgens de onderzoekers is deze vondst het bewijs dat knaagdieren in die tijd behaard waren. Zij denken dat zoogdieren al veel eerder, namelijk 210 miljoen jaar geleden, voor het eerst een vacht hadden. Uit deze harige voorouder zijn vervolgens talloze zoogdieren geëvolueerd. De onderzoekers denken dat zoogdieren 210 miljoen jaar geleden voor het eerst een vacht hadden.

- 1p 6 De onderzoekers concluderen dat knaagdieren in die tijd behaard waren.
 Leg uit of deze conclusie juist is.

Darwin gebruikte bij het opstellen van zijn evolutietheorie het begrip 'survival of the fittest'. Deze uitdrukking wordt meestal vertaald met 'het overleven van de sterksten'.

- 1p 7 Welke van de volgende individuen worden in deze uitdrukking bedoeld met 'de sterksten'?
- A De individuen die het grootst zijn.
 - B De individuen die de meeste kracht kunnen leveren.
 - C De individuen die de meeste nakomelingen krijgen.
 - D De individuen die het langst leven.

A

aanranding	77
abortus	76, 125
ademhalen	8
aids	70
aidsremmers	70
albino	121
amfibieën	183
antibiotica	175
anticonceptiemiddelen	71
anticonceptiepil	73
archaea	154
argumenten	158

B

baarmoeder	49
bacteriële infectie	175
bacteriën	154
balzak	46
bedektzadige planten	177
bevruchting	59
bevruchting, inwendige	98
bevruchting, uitwendige	99
bewegen	8
bijballen	46
biotechnologie	126, 175
biseksueel	77
bladgroenkorrels	19, 156
borstholte	10
buikholte	10

C

candida	68
celdeling	25, 173
celdeling, gewone	24, 25
celkern	18, 155
celkerntransplantatie	144
cellen	11, 165
celmembraan	18
celwand	19, 155
chlamydia	68
chromosomenportret	22
clitoris	50
cloaca	98
coïtus interruptus	72
conclusies	28
condoom	72
conserveren	174
contexten	208
controlegroep	27
cytoplasma	18

D

determineertabel	187
determineren	187
dieren	154
dieren, koudbloedig	185
dieren, warmbloedig	185
DNA	21, 165
dochtercellen	24
domeinen	153
dominant gen	109
draagkoe	145
drager	123
druiper	68
dubbele naamgeving	207
dwarssligging	65

E

echoscoop	124
echoscopie	124
eencellige organismen	154, 173
eeneiige tweeling	63
eerste eenvoudige vormen	
van leven	166
eieren	185
eierstokken	49
eigenschappen, erfelijke	21
eikel	47
eileider	49
eiwitten	165
embryo	59
embryosplitsing	143
erectie	47
erfelijke eigenschappen	21
eukaryoten	154
evolutie	158
evolutietheorie	158

F

familie	153
fenotype	104
fenotype, intermediair	111
foetus	62
follikel	49
fossielen	162
fotosynthese	19, 156

G

gastheercel	40
geboorteregeling	71
geen skelet	179
geëvolueerd	160

geïmplantemd	145
geïsoleerd	160
gele lichaam	49
geleedpotigen	180
gemeenschappelijke kenmerken	152
gemuteerd	120
gen, dominant	109
gen, recessief	109
genenpaar	109
genetisch advies	123
genetische modificatie	127
genitale wratten	68
genotype	105
geologische tijdschaal	166
geslacht	153
geslachtelijke voortplanting	52, 117, 158
geslachtscellen	52
geslachtschromosomen	107
geslachtsgemeenschap	48
geslachtshormonen, mannelijke	56
geslachtshormonen, vrouwelijke	56
geslachtskenmerken, primaire	54
geslachtskenmerken, secundaire	54
geslachtsnaam	207
geslachtsziekten	68
gewervelden	180
gewone celdeling	24
gezwel	122
gezwel, goedaardig	122
gezwel, kwaadaardig	122
gisten	173
goedaardig gezwel	122
gonorroe	68
groeien	8
groeipunt	119
grooming	78
grote schaamlippen	50

H

haren	185
heteroseksueel	77
heterozygoot	109
hiv	41, 70
holtedieren	180
homoseksueel	77
homozygoot	109
hormonen	55
hormoonklieren	55
hormoonspiraaltje	74
huid	185
human immunodeficiency virus	41

hygiëne 175
hypofyse 56

I

incest 77
indaling 64
individu 9
infectie, bacteriële 175
informatiebronnen 208
innesteling 59
insuline 126
intercellulaire ruimten 19
intermediair fenotype 111
inwendig skelet 179
inwendige bevruchting 98

K

kanker 122
kegels 177
keizersnede 65
kenmerken, gemeenschappelijke 152
kerndeling 25
kernmembraan 18
kieuwen 185
klaarkomen 48
klasse 153
kleine schaamlippen 50
kleurstofkorrels 19
kloon 143
knollen 118
koperspiraaltje 75
kopiëren 25
korrels 19
koudbloedige dieren 185
kruisen 112
kunstmatige selectie 117
kwaadaardig gezwel 122

L

leden 182
lesbisch 77
levendbarend 185
levenscyclus 9
levensfasen 66
levenskenmerken 8
levensloop 9
lichaamscellen 23
longen 185
loverboy 78
lustbeleving 77

M

maagdenvlies 51
mannelijke geslachtshormonen 56
masturbatie 48
meercellige organismen 154, 173
meiose 52
menstruatie 57
menstruatiecyclus 56
metastase 122
middenrif 10
milieu 159
mitose 24
moedercel 24
morning-afterpil 76
mossen 176
mutagene invloeden 121
mutant 121
mutatie 120, 158

N

naaktzadige planten 177
naaldvormig 178
nageboorte 66
natuurlijke selectie 159
navel 65
navelstreng 62
navelstrengader 62
navelstrengslagaders 62
naweeën 66
niet-symmetrisch 179
NuvaRing 74

O

oestrogenen 56
onderzoeksvraag 26
ongeslachtelijke voortplanting 118
ongesteld zijn 57
ontsluiting 64
ontwikkelen 8
orde 153
ordening 153
orgaan 10
orgaanstelsel 10
organisatieniveaus 13
organismen 8
organismen, eencellige 154
organismen, meercellige 154
orgasme 48
overeenkomst in bouw 163
overlevingskans 158
ovulatie 49, 56

P

paardenstaarten 176
paren 22
penicilline 175
penis 47
perioden 166
periodieke onthouding 72
persweeën 64
pessarium 75
planten 154
placenta 60
planten, bedektzadige 177
planten, naaktzadige 177
plantenorganen 176
plasmagroei 24
populatie 158
prenataal onderzoek 123
preparaat 15
prepareermateriaal 15
prikkel, reageren op 8
prikpil 74
primaire geslachtskenmerken 54
probleemstelling 26
processen 165
proefgroep 27
prostaat 47
protisten 154

R

ras 156
reageren op prikkels 8
recessief gen 109
recombinant-DNA-technieken 126
reducenten 174
reductiedeling 52
relatieve grootte 156
reptielen 183
resultaten 28
rijk 153
rijpe follikel 49
rudimentaire organen 164

S

samenstelling van stoffen 165
schaamlippen, grote 50
schaamlippen, kleine 50
schimmeldraden 173
schimmelinfectie 175
schimmels 154
schubben 185
schutkleur 159

- secundaire geslachtskenmerken 54
 segmenten 182
 seksueel overdraagbare
 aandoeningen 68
 seropositief 70
 skelet 179
 skelet, inwendig 179
 skelet, uitwendig 179
 slijm 185
 soa's 68
 soort 153
 soortaanduiding 207
 sperma 47
 spiraaltje 74
 spiraliseren 25
 sponzen 180
 sporen 174
 sporenplanten 177
 stam 153
 stamboom 115, 169
 stekelhuidigen 180
 stekken 118
 sterilisatie 75
 stofwisseling 8
 stuitligging 65
 superkoe 144
 syfilis 68
 symmetrisch 179
 symmetrisch, tweezijdig 179
 symmetrisch, veelzijdig 179
 syndroom van Down 124
- T**
- teelballen 46
 tekenregels 17
 testosteron 56
 tijdperken 166
 transgeen 127
 tumor 122
 tussencelstof 12
 twee-eiige tweeling 63
 tweeling, eeneiige 63
 tweeling, twee-eiige 63
 tweezijdig symmetrisch 179
- U**
- uitdrijving 64
 uitscheiden 8
 uitwendig skelet 179
 uitwendige bevruchting 99
 uitzaaiing 122
 urinebuis 47
- V**
- vacuolen 19
 vagina 50
 vaginale vocht 50
 varens 176
 veelzijdig symmetrisch 179
 veredeling 117
 veren 185
 verkrachting 77
 vervellen 183
 verwachting 27
 verwantschap 169
 virussen 40
 vissen 183
 vlokcentest 124
 voeden 8
 voedingsstoffen 174
 voedingszouten 174
 vogels 183
 voorbehoedmiddelen 71
 voorhuid 48
 voortplanting 8, 77
 voortplanting,
 geslachtelijke 52, 117, 158
 voortplanting, ongeslachtelijke 118
 vormen van leven, eerste
 eenvoudige 166
 vrouwelijke geslachtshormonen 56
 vrouwencondoom 73
 vruchtbaar 156
 vruchtbare periode 58
 vruchten 177
 vruchtvliezen 62
 vruchtwater 62
 vruchtwaterpunctie 125
- W**
- waarnemingen 28
 warmbloedige dieren 185
 weeën 64
 weefsel 12
 weefselkweek 119
 weekdieren 180
 werkplan 27
 wervelkolom 183
 wervels 183
 wetenschappelijke naam 207
 wormen 180
- X**
- X-chromosoom 107
- Y**
- Y-chromosoom 107
- Z**
- zaadblaasjes 47
 zaadleiders 46
 zaadlozing 47
 zaadplanten 176
 zaden 177
 zetmeelkorrels 19
 zoekkaart 187
 zoogdieren 183
 zweepstaart 47
 zwellichamen 47

AUTEURS

Arteunis Bos
Lizzy Bos-van der Avoort
Rob Melchers
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Jorn van Dooren

AUTEURS ZESDE EDITIE

Gerard Smits, Ben Waas, Arteunis Bos, Onno Kalverda

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 3: 17, 40, 49, 58, 76, 83, 84; thema 4: 5 mb, mo, o, 8.1, 8.2, 15.1, 18, 42 o, 45, 52, 56 b, 59, 63, 64, 67, 69, 80.3, 80.4, 91, 92.1; ANP Photo, Rijswijk: thema 3: 34 ro; Bas Teunis Zoological Illustrations, Eindhoven: thema 3: 20, 79; thema 4: 51, 81, 83, 85, 90.2; Teun Berserik, Den Haag: thema 1: 1, 30; thema 2: 15, 16, 38; thema 3: 87; Arteunis Bos: thema 4: 13; Sterling Clarren, MD, Seattle, WA: thema 2: 26; Robert Cameron, The University of Sheffield: thema 3: 27.2; Chrysal: thema 1: 49; Jurriaan Claus, Amsterdam: thema 2: 39; Corbis: thema 1: 53 l, 63; thema 2: 49.1, 67; thema 3: 2, 5 l; thema 4: 8.3, 28, 53.1, 53.2; Creative Commons / Flickr: thema 1: 21.2 b; Dreamstime: thema 4: 12.2, 68.1, 82; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 1: 8, 9, 28, 29, 54, 55.2; thema 2: 13, 30.1, 30.2, 40, 90; thema 3: 59, 85, 86, 88; thema 4: 21, 74, 88, 90.1, 100, 101, 102; Euromex, Arnhem: thema 1: 10, 34; Wim Euverman, Utrecht: thema 3: 51.1, 51.2; thema 4: 14; Foto Natura, Wormerveer: thema 4: 10; Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: thema 1: 32; Fotolia: thema 4: 11.1; Getty Images: thema 3: 34 rb, 65; thema 4: 55.2, 55.3; Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 2: 36, 65, 81, 82, 83, 87; thema 3: 33, 42, 48, 50, 80; thema 4: 9. 11.2 l, 16.1, 42 b; Imageselect, Wassenaar: thema 1: 31.3 b, 25.2, 42; thema 2: 14, 78, 86, 88, 89; thema 3: 5 rb, rm, ro, 34 lo, 60, 82; thema 4: 4.1, 5 b, 12.1, 16.2, 43.3, 49, 53.3, 54, 56 o, 68.2, 87; iStockphoto: thema 4: 77; JJP / LookatSciences / Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 1: 25.1, 57; Kartell: thema 1: 12.4; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 2: 46 b, 50.2; thema 3: 45, 47; thema 4: 35, 37; Picture-Alliance, Frankfurt: thema 1: 62; Corina van Riel: thema 2: 69, 70, 72; thema 3: 21, 23, 24, 25, 26; thema 4: 71, 72; SameerPrehistorica / Deviantart: thema 4: 24; Henk Schuurmans, Heusden: thema 1: 11, 13; Science Photo Library: thema 1: 24, 40.1, 55.1; thema 2: 28; thema 3: 6, 39, 56; thema 4: 27, 29, 50.2;

REDACTIE

Ivonne Hermens, PRosa Redactie

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Pointer grafische vormgeving, Geldrop

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

Science Photo Library / ANP Photo, Rijswijk: thema 1: 21.1 b, 56; thema 2: 3.1, 7, 29, 49.2; thema 4: 31.2, 93; Shutterstock: thema 1: 7, 19, 21.1 o, 21.2 o, 21.3 o, 22, 26 l, 27, 36, 37, 39, 44, 46, 47, 53 r, 58; thema 2: 30 rb, ro, 64, 66, 91; thema 3: 1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 22, 27.1, 62, 63, 66, 77; thema 4: 1, 6, 11.2 r, 15.2, 21, 25, 31.1, 40, 41, 43.1, 43.2, 44, 55.1, 60.1, 65, 80.1, 80.2, 86, 92.2; Herman Sittrop, Nijmegen: thema 1: 16; Studio Oostrum, Den Haag: thema 2: 1, 5; Voermans Van Bree Fotografie, Arnhem: thema 1: 14, 15; thema 2: 42, 44.1; Henk van der Vrande: thema 1: 5, 6, 38, 43, 51, 57; thema 2: 2, 3.2, 6, 8, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 27, 31, 41, 43, 50.1, 51, 52, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 68, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 80; thema 3: 3, 4, 19, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 61, 64, 70, 74, 81; thema 4: 3, 4.2, 50.1, 57, 75, 79, 94, 95, 96, 97, 98, 99; Ben Waas / Corina van Riel: thema 4: 26; WFA, Den Haag: thema 3: 34 lb

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN

omslag: vossen, Shutterstock

thema 1: donoractie, Hollandse Hoogte

thema 2: kanaal, fietsers, Corbis

thema 3: tweeling, Hollandse Hoogte

thema 4: gnoes, Getty Images

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 94 020 2965 9

Zevende editie, twaalfde oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Lizzy Bos-van der Avoort
Rob Melchers
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Jorn van Dooren

ISBN 978 94 020 2965 9



9 789402 029659

562604

MALMBERG